



วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "การศึกษาความสามารถในการประมาณค่าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าตามลำดับดังนี้

1. การประมาณค่า
 - 1.1 ความหมายของการประมาณค่า
 - 1.2 กระบวนการ กลวิธี และทักษะการประมาณค่า
 - 1.3 แนวทางในการทดสอบการประมาณค่า
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประมาณค่า

1. ความหมายของการประมาณค่า

ในชีวิตประจำวัน เราอาจพบปัญหาการคำนวณเกี่ยวกับการชั่งตวงวัด และอาหาร ที่ต้องการคำตอบอย่างรวดเร็ว และใกล้เคียงพอสมควรกับสภาพความเป็นจริง คำตอบดังกล่าวหาได้โดยการประมาณค่า การประมาณค่าเป็นเรื่องสำคัญในทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการประมาณค่าไว้ดังนี้

อัลบา โกลซาร์ ทอมสัน (Alba Gonzaley Thompson 1979: 575) ให้ความหมายของการประมาณค่าว่า "การประมาณค่าเป็นการเดาอย่างมีความรู้"

โรเบิร์ต อี เรย์ และบาร์บารา เจ เบสเกน (Robert E.Reys and Barbara J. Bestgen 1981: 119) ให้ความหมายของการ

ประมาณค่าว่า "การประมาณค่าเป็นกระบวนการคิดในใจ ซึ่งเป็นการกระทำอย่างรวดเร็วโดยปราศจากเครื่องมือในการบันทึก และผลของคำตอบจะต้องสมเหตุสมผลใกล้เคียงกับผลของคำตอบจริงที่ได้จากการคำนวณ"

อเล็กซานเดอร์ ดับบลิว ซีเกล และคณะ (Alexander W. Siegel et.al. 1982: 215) ให้ความหมายของการประมาณค่าว่า "การประมาณค่า คือสิ่งที่ท่านทำเมื่อท่านต้องการจะทราบว่าบางสิ่งใหญ่เท่าไร หรือมีสิ่งนั้นอยู่มากเท่าไร แต่ท่านจะต้องไม่วัดหรือไม่นับ เมื่อท่านประมาณท่านพยายามทำความเข้าใจประมาณบางสิ่งว่าใหญ่เท่าไร หรือประมาณว่ามีสิ่งนั้นอยู่มากเท่าไร"

ลูเซียน ที ฮอลล์ (Lucien T. Hall 1984: 516) ให้ความหมายของการประมาณค่าว่า "การประมาณค่าเป็นทักษะการคิดในใจ เพื่อการเดาอย่างมีความรู้"

บารบารา เจ เรย์ (Barbara J. Reys 1986: 28) ให้ความหมายของการประมาณค่าว่า "การประมาณค่าเป็นกระบวนการของการหาคำตอบซึ่งใกล้เคียงพอที่จะทำ"

โรเบิร์ต อี เรย์ (Robert E. Reys 1988: 28) ให้ความหมายของการประมาณค่าว่า "การประมาณค่า คือการหาผลลัพธ์ โดยมิได้อาศัยการเขียนทดแบบเดิมซึ่งต้องการคำตอบที่ถูกต้อง"

โรเบิร์ต อี เรย์ และคณะ (Robert E. Reys et.al. 1989: 214) ให้ความหมายของการประมาณค่าว่า "การประมาณค่าคือ การคิดในใจโดยปราศจากกระดาษดินสอในการคำนวณ ต้องกระทำอย่างรวดเร็ว และผลของคำตอบซึ่งเพียงพอที่จะตัดสินใจทำแม้ว่ามันจะไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัว"

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การประมาณค่าคือ การหาผลลัพธ์โดยปราศจากกระดาษ ดินสอในการคำนวณ

2. กระบวนการ กลวิธี และทักษะการประมาณค่า

จากงานวิจัยของ โรเบิร์ต อี เรย์ และคณะ (Robert E. Reys et.al. 1982: 183-201) ได้แยกแยะกระบวนการประมาณค่าสำคัญ 3 กระบวนการจากการสังเกต และสัมภาษณ์ นักประมาณค่าที่ดี ได้แก่

1. การแปลงค่า (Translation) เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหาให้เป็นรูปที่จัดการได้ง่ายขึ้น ดังนั้นปัญหาการบวกที่มากมายนั้นอาจจะประมาณค่าด้วยการใช้โครงสร้างอื่น เช่น ใช้การคูณเป็นต้น

ตัวอย่าง	87,419	
	92,765	
	90,045	การประมาณค่าคือ $90,000 \times 5 = 450,000$
	81,974	
+	<u>98,102</u>	

2. การปรับใหม่ (Reformation) เป็นกระบวนการที่นักเรียนอาจเปลี่ยนแปลงการคำนวณให้เป็นรูปแบบง่ายขึ้นเพื่อจะคิดในใจ แต่ยังคงโครงสร้างพื้นฐานเดิมเอาไว้ เทคนิคสองอย่างที่ใช้ได้แก่

ก) การใช้วิธีคิดเฉพาะเลขตัวหน้า เช่น 32×4.12 ก็ปรับเสียใหม่เป็น 30×4

ข) การใช้เลขที่สามารถหารกันได้ เช่น 43 ใน (347×6) ก็จะใช้เลข 42 แทนเพื่อให้หารกับเลข 6 ได้ และ 347 ก็แทนด้วย 350 เพื่อให้หารได้กับเลข 7 ได้การคิดในใจแบบนี้ จะต้องอาศัยความคุ้นเคยกับตัวเลขพื้นฐานอย่างเพียงพอ

3. การทดแทน (Compensation) เป็นการปรับคำตอบที่ได้จากการประมาณค่าเพื่อชดเชยความผิดพลาดที่เกิดจากค่าใกล้เคียงที่ได้ เช่น

การประมาณค่า 32×4.12 ได้ประมาณ 120 โดยใช้วิธีคิดเฉพาะเลขตัวหน้าแล้วนักประมาณค่าที่ดีมักจะเพิ่มคำตอบอีกเล็กน้อย เพื่อทดแทนที่ได้ลดจำนวนเดิมลงไป

สำหรับกลวิธีการประมาณนั้นบารบาราห์ เจ เรย์ (Barbara J. Reys 1986: 31-44) ได้กล่าวโดยสรุปว่าแม้ว่ามีองค์ประกอบหลายองค์ประกอบในการทำให้โครงการประมาณค่าเสร็จสมบูรณ์ สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ การสอนกลวิธี

การประมาณค่า หลักสูตรคณิตศาสตร์ในปัจจุบันใช้วิธีการตัดเศษเป็นแกนหลักใน กลวิธีการประมาณค่า หรือเป็นเพียงกลวิธีเดียวเท่านั้น แม้ว่าจะเป็นวิธีที่สำคัญ และมีประโยชน์ก็ยังไม่ใช่วิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับปัญหาหลาย ๆ ปัญหาเมื่อนักเรียน ถูกถามให้บอกวิธีการประมาณค่า นักเรียนที่เป็นนักประมาณค่าที่ดีจะใช้กลวิธีหลาย ๆ อย่าง เพื่อให้เหมาะกับเนื้อหาของปัญหารวมทั้งตัวเลขเฉพาะและวิธีปฏิบัติเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งก็เป็นวิธีการคล้ายคลึงกับการแก้ปัญหาก็ไม่ผิดกลวิธีใดวิธีเดียวที่จะ สามารถแก้ปัญหได้ทุกปัญหา ส่วนหนึ่งของการที่จะเป็นนักประมาณค่าที่ดีก็คือ ความสามารถเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ

งานวิจัยของโรเบิร์ต อี เรย์ และคณะ (Robert E. Reys 1982: 183-201) ได้แสดงกลวิธีกว้าง ๆ 5 กลวิธีที่ใช้โดยนักประมาณค่าที่ดี ดังต่อไปนี้

1. การตัดเศษมาตรฐาน (Standard rounding) เป็นการ ตัดเศษโดยการนำกฎปัดทศนิยมให้ใกล้กับกำลังของ 10 มากที่สุด หรือหากเป็นจำนวน คณะ (ทศนิยมและเศษส่วน) ก็ทำให้ใกล้เคียงกับจำนวนเต็มมากที่สุด เช่น

ตัวอย่างที่ 1 จงประมาณค่าของ 588×36

วิธีคิด 588 ปัดเป็น 600

36 ปัดเป็น 40

ดังนั้น $600 \times 40 = 24000$

ค่าประมาณ ของ 588×39 คือ 24000

ตัวอย่างที่ 2 จงประมาณค่าของ $13.79 + 7.50 + 8.13$

วิธีคิด 13.79 ปัดเป็น 14

7.50 ปัดเป็น 8

8.13 ปัดเป็น 8

ดังนั้น $14 + 8 + 8 = 30$

ค่าประมาณ ของ $13.79 + 7.50 + 8.13$ คือ 30

ตัวอย่างที่ 3 จงประมาณค่าของ $47 \frac{7}{8} - 12 \frac{1}{6}$

วิธีคิด $47 \frac{7}{8}$ บัดเป็น 48
 $12 \frac{1}{6}$ บัดเป็น 12
 ดังนั้น $48 - 12 = 36$

ค่าประมาณ ของ $47 \frac{7}{8} - 12 \frac{1}{6}$ คือ 36

2. การยัดตัวหน้าเป็นหลัก (Front-ending) เป็นการตัดเศษให้เป็นกำลังของ 10 โดยการยัด เลขหลักหน้า หรือยัดเลขจำนวนเต็มของเลขคละ (ทศนิยม และ เศษส่วน)

ตัวอย่าง จงประมาณค่า ของ $29.61 - 3.42$

วิธีคิด โดยใช้การยัดตัวหน้าเป็นหลัก

ดังนั้น $29 - 3 = 26$

ค่าประมาณของ $29.61 - 3.42$ คือ 26

ตัวอย่าง จงประมาณค่า ของ 32×4.77

วิธีคิด โดยใช้การยัดตัวหน้าเป็นหลัก

32 บัดเป็น 30

ในกรณีที่ เป็นทศนิยมยัดเลขจำนวนเต็มของเลขคละ

4.77 ได้เป็น 4

ดังนั้น $30 \times 4 = 120$

ค่าประมาณของ 32×4.77 คือ 120

3. การตัดเศษอื่น ๆ (Other-rounding) เป็นการตัดเศษเลขทั้งหมดขึ้นหรือบางเลขขึ้นและเลขอื่นลง

ตัวอย่าง จงประมาณค่า ของ $4329 - 2847$

วิธีคิด 4329 บัดเป็น 4300

2847 บัดเป็น 3000

ดังนั้น $4300 - 3000 = 1300$

ค่าประมาณของ $4300 - 3000$ คือ 1300

4. การใช้จำนวนที่แทนกันได้ (Compatible number) เป็นการใชตัวเลขที่ใกล้กับเลขที่กำหนดให้ เพื่อความสะดวกในการคิดคำนวณวิธีนี้

ใช้กับกลุ่มตัวเลขที่อาจจะเข้ากันได้ (เช่นง่ายแก่การคิดในใจ) เป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้มองตัวเลขที่เกี่ยวข้องให้หมดกว้าง ๆ และเปลี่ยนหรือตัดเศษ แต่ละตัวเลขเพื่อจับคู่กันได้เป็นอย่างดีกับตัวเลขอื่น ๆ การเลือกตัวเลขที่มาใช้แทนกันนั้นก็เป็นการบวกรวมการตัดเศษส่วนที่ยืดหยุ่นได้ กลวิธีนี้จะมีประโยชน์ในการประมาณค่าปัญหาเกี่ยวกับการหาร ดังเช่น

ประมาณค่า	ตัวเลขที่แทนกันได้	ตัวเลขที่แทนกันไม่ได้
7 $\overline{)3388}$	7 $\overline{)3500}$	7 $\overline{)3000}$
	8 $\overline{)3200}$	7 $\overline{)3300}$
	8 $\overline{)4000}$	8 $\overline{)3400}$

กลวิธีใช้ตัวเลขแทนกันนี้อาจใช้สำหรับปัญหาการบวกที่มีตัวบวกมาก ๆ ก็ได้ นักเรียนจะเรียนรู้ การมองหาคู่ที่เข้ากันได้ เพื่อจะคำนวณในใจอย่างง่าย กลวิธีนี้จะต้องมีระดับของความฉลาด ประสบการณ์ และความยืดหยุ่นพอสมควร

5. การทดแทน (Compensation) เป็นการปรับการประมาณค่าเพื่อทดแทนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการของการประมาณค่า

บาบาราห์ เจ เรย์ (Barbara J. Reys 1986: 42-44) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทักษะการประมาณค่าว่าต้องประกอบไปด้วยสิ่งต่าง ๆ 3 สิ่งดังนี้คือ

1. การสอน หากปราศจากการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ก็จะไม่เคยเรียนหรือไม่เคยใช้กลวิธีการประมาณค่าเลย ความเข้าใจและความซาบซึ้งจะเกิดขึ้นได้ เมื่อมีความสัมพันธ์กับสถานการณ์จริง การฝึกนับเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการสอนกลวิธีการประมาณค่าเหล่านี้จะเป็นการสนับสนุนส่งเสริมการฝึกที่มีความหมายมากขึ้น

2. การฝึก ควรมีการฝึกหลาย ๆ ชนิดโดยมีการสอนมาก่อนเป็นพิเศษ แต่ละสัปดาห์ควรมีการฝึกระยะเวลาสั้น ๆ ประมาณ 5-10 นาที เพราะจะช่วยให้นักเรียนมีทักษะในเรื่องการคิดในใจ และให้โอกาสพัฒนาการประมาณค่าต่อไปด้วย

3. การทดสอบ การทดสอบเป็นระยะ ๆ จะเป็นการจูงใจ
สำหรับการพัฒนาการประมาณค่าโดยการคำนวณ แต่ละครั้งควรประกอบด้วยข้อสอบ
ที่คล้ายกันประมาณ 12 ข้อ วิธีการที่ดีก็คือเอาปัญหาเขียนลงในแผ่นใส แล้วจึงมี
การอภิปราย กลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ในห้องเรียนต่อไป

จอห์น จี พาว์เตอร์ และดิเรก ดับบลิว เฮรอก (John G.
Poulter and Derek W. Haylock 1988: 28) ได้สรุปทักษะทางคณิตศาสตร์
ที่จำเป็นสำหรับการเป็นนักประมาณค่าที่ดี ไว้ดังนี้

1. เทคนิคการบัดเศษ
2. การรู้ค่าประจำตำแหน่งทั้งในจำนวนเต็ม และทศนิยม
3. ความรู้พื้นฐานที่ใช้สำหรับการบวก ลบ คูณ และหาร และ
ผลคูณของ 10, 100 ฯลฯ
4. ความคุ้นเคยกับความสัมพันธ์ระหว่างการบวกและลบ และ
ระหว่างการคูณ และการหาร
5. ความรู้ว่าเมื่อใดควรใช้การแจกแจง การรวม และการ
เปลี่ยน และเมื่อใดไม่ควรใช้
6. ความสามารถในการเทียบการปรับค่าของการคำนวณ
7. ความรู้กระสวนตัวเลขง่าย ๆ เช่น เซตของผลคูณ
8. ความรู้เรื่องความเท่ากันระหว่าง ทศนิยม เศษส่วน และ
ร้อยละ

3. แนวทางการทดสอบการประมาณค่า

โรเบิร์ต อี เรย์ (Robert E. Reys 1986: 231-237) ได้
กล่าวถึง แนวทางการทดสอบการประมาณค่าไว้ ดังนี้

1. เวลา
เวลาที่กำหนดให้ในการประมาณค่าควรมีการควบคุม
อย่างระมัดระวังโดยจำนวนเวลานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 3 ประการ คือ

(ก) การปฏิบัติกร เช่น การหาใช้เวลาานกว่าการบวก

(ข) รูปแบบ เช่น $47 \overline{)8526}$ ใช้เวลาน้อยกว่า 8526

หารด้วย 47

(ค) ความซับซ้อนของตัวเลข เช่น 216×859 ใช้

เวลามากกว่า 21×25

แม้ว่าปัจจัยเหล่านี้อาจจะเพิ่มปริมาณเวลาที่ควรจะอนุญาต
เวลาในการทดสอบการประมาณค่า ต้องควบคุมอย่างระมัดระวัง หากให้เวลามาก
ก็จะเป็นการวัดการคำนวณด้วยกระดาษ และดินสอเท่านั้น หากให้เวลาน้อยไปก็
เป็นการเดาสุ่ม ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมก็คือเวลาช่วงระหว่างสองข้อดังกล่าว ซึ่ง
จะตัดสินใจโดยการทดลองกับนักเรียน จากการวิจัยเรื่องเวลายืนยันว่า หากให้
เวลา 5 นาที เพิ่มขึ้นสำหรับแต่ละคำถามก็จะทำให้เกิดความแตกต่างในผลการ
ทำ และในกระบวนการที่ใช้ด้วย ดังนั้นหากต้องการให้นักเรียนประมาณค่าโดยไม่
คิดคำนวณก็ควรให้เวลาน้อยไว้ดีกว่าให้เวลามาก

นอกจากนี้มีข้อเสนอแนะว่าข้อทดสอบการประมาณค่าควรจะ
ดำเนินการเป็นรายบุคคล อุปกรณ์ที่ควรนำมาใช้คือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
เครื่องฉายสไลด์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นการเสนอข้อสอบทีละข้อใน
เวลาที่ควบคุมไว้ หากใช้เป็นสมุดในการสอบก็ควรควบคุมเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ
ทีละหน้า คำสั่งในข้อสอบต้องบอกไว้อย่างชัดเจนว่าห้ามขีดเขียนใด ๆ ทั้งสิ้นแม้
กระนั้นก็ยังเป็นไม่ได้ที่จะตรวจดูว่านักเรียนทำตามคำสั่ง ยกตัวอย่างเช่น NLSMA
(The National Longitudinal Study of Mathematical
Abilities) และ NAEP (The National Assessment of Educational
Progress) ได้ควบคุมเวลาของแต่ละหน้า แต่ก็พบว่านักเรียนคำนวณคำตอบที่
ถูกต้อง โดยนักเรียนจะทำข้อสอบไปช้า ๆ โดยใช้วิธีการคำนวณด้วยกระดาษ
ดินสอ ดังนั้นคะแนนที่ได้จึงไม่ได้แสดงถึงทักษะในการประมาณค่าโดยการคำนวณ
ของนักเรียน

เวลาทั้งหมดในการสอบไม่ควรจะเกิน 10 ถึง 15 นาที
เพื่อให้เวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อมีจำกัดทำให้ต้องทำอย่างรวดเร็ว และต้อง
ใช้สมาธิสูงในการทำข้อสอบ ปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดความเมื่อยล้าอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นการใช้เวลาสั้น ๆ ในการสอบจึงเป็นสิ่งจำเป็น ระยะเวลาที่สมควรจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น รูปแบบของคำตอบ เป็นต้น

2. รูปแบบของคำตอบ

มีการใช้รูปแบบของคำตอบหลายรูปแบบ เพื่อทดสอบการประมาณค่าโดยการคำนวณนอกจากการใช้คำถามปลายเปิดที่นิยมใช้แล้วยังมีรูปแบบอื่น ๆ อีก ซึ่งมีทั้งข้อดี และข้อเสีย ลองพิจารณาปัญหาที่

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าคุณส่งหนังสือพิมพ์ 95 ฉบับต่อวัน จะต้องส่งหนังสือพิมพ์จำนวนกี่ฉบับใน 1 ปี ?

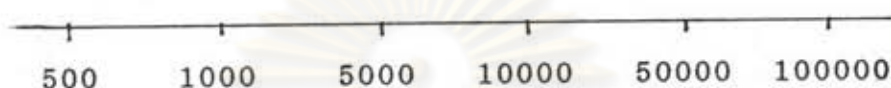
วิธีการในการทดสอบการประมาณค่าอาจจะมีอยู่ถึง 5 วิธีการ ดังนี้

1. ปลายเปิด (Open-ended) จะมีการหาค่าประมาณออกมา เช่นบางคนอาจคิดว่า "95 ก็เกือบถึง 100 แล้วเอา 100 ไปคูณกับ 365 วัน ก็ได้ 36,500 ฉบับ" บางคนอาจจะคิดว่า "เนื่องจาก 95 มีจำนวนน้อยกว่า 100 ดังนั้นจึงต้องลบออกบ้าง ดังนั้นจึงประมาณเอาว่า 35,000" คำถามปลายเปิดไม่มีการแนะนำคำตอบเลย และจะทำให้มีการประมาณค่าได้หลายค่า ดังนั้นในการตรวจให้คะแนนคำตอบ ครูจึงต้องกำหนด "ช่วงที่ยอมรับได้" สำหรับการประมาณค่าของนักเรียน วิธีที่เหมาะสมก็คือ เอาคำตอบที่ถูกต้องมาบวกหรือลบจำนวนเปอร์เซ็นต์ นับเป็นกฎง่าย ๆ แต่ก็มีข้อบกพร่องอยู่เช่น การประมาณค่าผลบวกของ $98 + 295 + 485$ การประมาณค่าเกินกว่า 900 อาจมองดูว่ายอมรับไม่ได้ แต่หากคิดเป็นข้อผิดพลาดได้ 10 เปอร์เซ็นต์ ของคำตอบก็ยอมรับได้ $790 - 966$ ก็เกิน 900

เพื่อหลีกเลี่ยงความไม่แน่นอนของกฎนี้ จึงควรมีวิธีการแก้ปัญหาเพื่อจะหาช่วงที่ยอมรับได้ นั่นคือต้องหาวิธีการเหมาะสมเพื่อหาค่าสูงและค่าต่ำของคำตอบ ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดจึงอาจใช้เป็นจุดกำหนดของช่วงที่ยอมรับได้ เช่น 100×365 ทำให้ได้ค่าสูงสุด 36,500 สำหรับตัวอย่างที่ 1 ค่าต่ำสุดก็อาจจะเป็น 33,000 แม้ว่าการหาค่าที่ยอมรับได้ด้วยวิธีนี้จะใช้เวลามาก แต่ก็มี ความคงที่เมื่อคิดว่ามีการประมาณค่าที่ดีหลายค่าซึ่งอาจจะทำได้ด้วยกลวิธีต่าง ๆ ตามความเหมาะสม สำหรับการแก้ปัญหาการประมาณค่าแบบปลายเปิด แต่ว่าการ

ที่ต้องตรวจให้คะแนนด้วยมือทำให้ไม่นิยมใช้คำถามประเภทปลายเปิดในการทดสอบมาตรฐาน ดังนั้นจึงอาจใช้รูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

2. กำหนดช่วง (Intervals) มีการสมมติเส้นจำนวนขึ้นและมีการให้ค่าตัวเลขที่ได้คำนวณไว้ล่วงหน้าแล้วลงไปตามเส้นจำนวนนั้น เช่น หากจะใช้คำถามจากตัวอย่างที่ 1 ก็อาจแสดงช่วงได้ดังนี้



วิธีการนี้ได้ใช้ในการทดสอบจำนวนมาก โดยให้นักเรียนประมาณค่าตามเส้นจำนวนแล้วจึงทำเครื่องหมายลงบนกระดาษคำตอบ ช่วงที่กำหนดทำให้เกิดขอบเขตของการประมาณค่าโดยไม่จำเป็นต้องคิดขึ้นมาเองเช่นเดียวกับคำถามปลายเปิด แต่การกำหนดความต่อเนื่องจะต้องทำโดยระมัดระวัง

เนื่องจากนักเรียนเลือกคำตอบจากช่วงที่กำหนด การตรวจให้คะแนนจึงอาจใช้เครื่องตรวจได้ ข้อเสียของข้อสอบแบบนี้คือ การเปลี่ยนอัตราส่วนของความต่อเนื่อง (เช่น การแสดงระยะเท่ากันบนเส้นจำนวนระหว่าง 100 และ 500 เท่ากับ 10000 และ 50000) อาจจะทำให้เกิดความสับสนได้

3. แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ต้องเลือกค่าที่กำหนดให้ ตัวเลือกจะต้องสร้างขึ้นเพื่อให้มีการเลือกที่สะท้อนให้เห็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ เช่น จากคำถามในตัวอย่างที่ 1 อาจกำหนดตัวเลือกดังนี้

- ก. 90
- ข. 100
- ค. 350
- ง. 450
- จ. 35000

ค่าเหล่านี้อาจจะดูเหมือนการสุ่ม แต่หากพิจารณาให้ดีแล้วจะเห็นว่าแต่ละคำตอบอาจจะเลือกได้โดยมีระบบแม้ว่าจะไม่ถูกต้อง เป็น 90

หรือ 100 อาจจะเป็นผลได้ถ้ามีแต่ตัวเลข 95 ในปัญหา แต่ถ้าคิดเฉพาะตัวเลขใน
หนึ่งปีก็อาจจะเลือก 350 และคนที่เอา 95 ไปบวกกับจำนวนวันในหนึ่งปีก็อาจจะ
เลือก 450

การสร้างตัวลวงที่ดีในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ
นับเป็นเรื่องที่ท้าทายทีเดียว วิธีการที่ควรใช้ก็คือ การสังเกตจากข้อผิดพลาดที่นัก
เรียนมักจะทำในการตอบข้อสอบแบบปลายเปิด

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบก็คือการตรวจโดยใช้
เครื่อง แต่ก็มีส่วนวิจัยบางงานวิจัยที่บอกว่าการเรียนมักจะใช้วิธีการทำข้อสอบ
แตกต่างจากการทำข้อสอบแบบปลายเปิด เช่น เมื่อให้ข้อสอบประมาณค่าแบบเลือก
ตอบ นักเรียนมักจะไม่ใช้การประมาณค่าโดยตรง แต่พิจารณาตัวเลือกทีละตัวแล้ว
ตัดสินใจว่าจะเลือกหรือไม่เลือกคำตอบนั้น

นอกจากนี้ยังมีหลักฐานแสดงว่า เฟอร์เซนต์ของคำตอบ
ที่ถูกต้องจะต่างกันข้อสอบแบบคู่ขนานเมื่อแบบหนึ่งเป็นแบบเลือกตอบ และอีก
แบบหนึ่งเป็นแบบปลายเปิด เช่น ตัวอย่างที่ 2 ที่แสดงไว้ในรูปแบบคล้ายกันทั้ง
สองแบบ ที่ให้นักเรียนระดับ 9 ลองทำ แต่ละแบบจะเสนอโดยใช้เครื่องฉายสไลด์
เป็นเวลานาน 12 วินาที ในแบบเลือกตอบมีนักเรียน 37% ที่ตอบถูกโดยเลือก
0.3 ขณะที่นักเรียน 28% ตอบคำถามได้ในช่วงที่ยอมรับได้ของคำถามปลายเปิด

ตัวอย่างที่ 2

แบบเลือกตอบ

แบบปลายเปิด

$$73 \overline{) 22}$$

$$73 \overline{) 22}$$

ก. 0

ข. 0.3

(ช่วงที่ยอมรับได้ 0.25 ถึง 0.40)

ค. 0.5

ง. 1

จ. 3

ฉ. ไม่ทราบ

ดังนั้นแม้ว่าข้อสอบประมาณค่าแบบเลือกตอบจะตรวจให้คะแนนโดยใช้เครื่องจักรแต่ก็มีข้อจำกัด ฉะนั้นจึงมีรูปแบบที่รวมทั้งแบบเลือกตอบและแบบกำหนดช่วงมาพิจารณาต่อไป

4. ลำดับของขนาด (Order of Magnitude) ต้องเลือกค่าประมาณจากลำดับของขนาด นับเป็นการรวมแบบกำหนดช่วง และแบบเลือกตอบมาไว้ด้วยกัน ลองพิจารณาตัวอย่างที่ 1 โดยมีตัวเลือกดังนี้

- ก. 360 ฉบับ
- ข. 3600 ฉบับ
- ค. 360000 ฉบับ
- ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

แม้ว่าจะใช้ได้กับการประมาณค่า แต่ก็เหมาะสมกับการประมาณค่าด้วยการคูณ และการหาร ดังนั้นหากใช้เรื่องอื่นก็อาจจะไม่ได้ผล จึงควรใช้แบบอื่นต่อไป

5. ตัวเลขที่อ้างอิง (Reference Number) ต้องตัดสินใจว่า คำตอบที่ถูกต้องนั้นอยู่สูงหรือต่ำกว่าตัวเลขที่อ้างอิง ลองกลับไปดู ตัวอย่างที่ 1 และ ถ้าพิจารณาว่า 36000 เป็นตัวเลขที่อ้างอิงนักเรียนจะต้องตัดสินใจว่า 36000 มีจำนวนมากหรือน้อยกว่า จำนวนหนังสือพิมพ์ที่จะต้องส่งในเวลา 1 ปี ตัวเลขที่อ้างอิงนี้เกิดขึ้นบ่อย ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น

ก. เงินเดือนของฉันเป็นเงิน 22,950 บาทต่อปี คิดแล้วเป็นเดือนละ 2,000 บาท ใช่หรือไม่?

ข. มีนักเรียนจำนวน 458 คน หาก 51 คน ขาดเรียน จำนวนที่ขาดเรียนคิดเป็น 20% ใช่หรือไม่?

ข้อสอบประเภทตัวเลขอ้างอิง สามารถจะใช้เรื่องในการตรวจให้คะแนนได้ ข้อควรระวังก็คือนักเรียนสามารถเดาถูกต้องได้ถึง 50% วิธีแก้ไขไม่ให้เกิดการเดาก็โดยการขยายแบบทดสอบให้มีความยาวมากขึ้น

จะเห็นได้ชัดว่ารูปแบบการทดสอบห้ารูปแบบ สำหรับการทดสอบการประมาณค่านั้นมีข้อดีและข้อเสียอยู่ทุกรูปแบบ เมื่อเลือกรูปแบบใดก็จะต้องคิดว่าตัวเลขที่ใช้ในคำถามนั้นจะใช้ตัวเลขใด

3) ตัวเลขในข้อสอบการประมาณค่า

ตัวเลขที่ใช้ในคำถามควรจะมีความซับซ้อนเพียงพอในการกระตุ้น และการให้รางวัลแก่การประมาณค่า ลองพิจารณาปัญหา 2 ข้อต่อไปนี้

$$\begin{array}{rcl} \text{จงประมาณค่า ก. } & 425 & \text{ข. } 4358529 \\ & + \underline{203} & + \underline{2037468} \end{array}$$

ในข้อ ก จะสามารถคำนวณคำตอบได้ง่ายกว่าการประมาณค่า ส่วนในข้อ ข จะเป็นการง่ายกว่าหากจะคิดประมาณค่าว่า "เกินหกล้าน" แทนที่จะพยายามคิดคำตอบที่ถูกต้อง ปัญหาข้อ ก ทดสอบการคิดคำนวณในใจ ขณะที่ปัญหาข้อ ข. เป็นข้อสอบการประมาณค่า เพราะต้องตอบโดยไม่มีเวลาคำนวณคำตอบ หากมีเวลาให้คิดก็ต้องใช้เวลา และเป็นงานที่หนักหรือยากลำบาก

ข้อสอบการประมาณค่าควรจะมีแต่ปัญหาที่ต้องการการประมาณค่า และหลีกเลี่ยงการที่ต้องใช้วิธีการหาคะแนนบนกระดาษ หรือ การคิดในใจ เมื่อนักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ที่ตนเองสามารถใช้การประมาณค่าได้รวดเร็วกว่าการคิดคำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนก็จะมองเห็นความสำคัญของการประมาณค่ามากยิ่งขึ้น เช่น จงประมาณค่า $\frac{7}{8} + 1\frac{17}{18} + \frac{8}{9}$ ข้อสอบนี้จะต้องยุ่งยากหากใช้การคำนวณคำตอบที่ถูกต้อง แต่หากใช้การประมาณค่าก็อาจจะตอบว่า "เกือบถึงสี่" การประมาณค่าในตัวอย่างนี้ต้องมีความรู้ในเรื่องตัวเลขอย่างดี โดยเฉพาะคือความรู้ขนาดของเศษส่วน

จากการที่กล่าวมาสรุปได้ว่าแนวทางบางอย่างในการทดสอบการประมาณค่าที่ควรพิจารณาคือ เวลา รูปแบบของคำตอบ และตัวเลขในข้อสอบการประมาณค่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปรากฏว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยต่างประเทศ สำหรับงานวิจัยในประเทศมีดังนี้

สมจิต ชิวปรีชา (2514) ได้ทำวิจัยเรื่อง "สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระระยะ และการกะจนวนกับสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระระยะ และการกะจนวนกับสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม จำนวน 100 คน) เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบทดสอบความสามารถในการกระระยะ และการกะจนวนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระระยะ และการกะจนวน กับสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบเพียร์สัน ด้วยวิธีการอาศัยตารางจัดกระจาย

ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ มีความเชื่อถือได้ค่อนข้างสูง
2. ค่าสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระระยะและการกะจนวน กับสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับปานกลาง หมายความว่านักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงก็อาจจะได้คะแนนความสามารถในการกระระยะ และการกะจนวนสูงด้วย แต่มีบางส่วน หรือคะแนนของบางคนไม่เป็นไปตามนี้
3. นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความสามารถในการกระระยะ และการกะจนวนไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

งานวิจัยต่างประเทศนั้นได้มีผู้วิจัยไว้หลายเรื่อง พอสรุปได้ดังนี้

โคลี จี คอลี (Clyde G. Corle 1960: 333-340) ได้ศึกษามโนทัศน์เชิงปริมาณของนักเรียนระดับห้าจำนวน 39 คน และระดับหกจำนวน 108 คน โดยให้นักเรียนประมาณปริมาณจำนวน 10 อย่าง ประกอบด้วยน้ำหนักของกล่องไม้ ความยาวของเชือก เส้นรอบวงของลูกบาศก์เก็ดบอล อุณหภูมิของห้องและปริมาณของน้ำในถัง พบว่านักเรียนระดับห้าประมาณค่าโดยเฉลี่ยเกือบจะ

เป็นหกเท่าของการวัดจริง สรุปรว่าการประมาณค่าอาจเรียนได้ในโรงเรียน และ
 วุฒิภาวะเป็นปัจจัยหนึ่งในการพัฒนาทักษะ นอกจากนี้ได้ข้อสังเกตพบว่าเด็กชาย
 ประมาณค่าได้ดีกว่าเด็กหญิง

ไคล์ จี คอลี (Clyde G. Corle 1963: 347-353) ได้ศึกษา
 ความสามารถในการประมาณค่าของผู้ใหญ่ ตัวอย่างประชากรเป็นครูสอนชั้นประถม
 ศึกษาจำนวน 368 คน และนักศึกษาวิชาเอกการประถมศึกษาจำนวน 96 คน
 พบว่า ครูสอนชั้นประถมศึกษา และนักศึกษาวิชาเอกการประถมศึกษาประมาณค่า
 ได้ดีกันักเรียนระดับห้าและระดับหก มีความผิดพลาดประมาณร้อยละ 60 โดย
 ครูมีความถูกต้องมากกว่านักศึกษา

แนนซี ซี เนลสัน (Nancy Z. Nelson 1967: 4127A) ได้ทำการ
 วิจัยเรื่อง "ผลของการสอนการประมาณค่าที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิต
 ของนักเรียนระดับสี่ และระดับหก" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับสี่
 และระดับหก จำนวน 1120 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองประกอบ
 ด้วยนักเรียนระดับสี่ 12 ห้องเรียน และระดับหก 12 ห้องเรียน จำนวน 623
 คน และกลุ่มควบคุมประกอบด้วยนักเรียนระดับสี่ 9 ห้องเรียน และระดับหก 9
 ห้องเรียน จำนวน 497 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนกระบวนการประมาณค่า
 คำตอบโดยการบัดเศษ และสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 30 คน จากกลุ่มทดลอง
 และกลุ่มควบคุมแต่ละกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบการประมาณค่า
 และแบบทดสอบเกี่ยวกับ ความรู้เรื่องมโนทัศน์ และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์
 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับสี่ และระดับหก กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบการ
 ประมาณค่าได้ดีกว่านักเรียนระดับสี่และระดับหกในกลุ่มควบคุม นักเรียนระดับหก
 กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบความรู้เรื่องมโนทัศน์ และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ได้
 ดีกว่านักเรียนระดับหกในกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามนักเรียนระดับสี่กลุ่มควบคุมมี
 คะแนนในการทดสอบการประมาณค่าดีกว่านักเรียนระดับสี่ในกลุ่มทดลอง และ
 นักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีไอคิวสูงสุดมีคะแนนสูงสุคในการทดสอบการประมาณค่า

คู่มือ รอดนีย์ พอล (Duane Rodney Paull 1972: 3567-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสามารถในการประมาณค่าในวิชาคณิตศาสตร์" วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการประมาณค่า ความยาวพื้นที่ และคำตอบทางการคำนวณเชิงตัวเลข ความสามารถในการใช้การลองผิดลองถูก เพื่อแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระดับ 11 จำนวน 196 คน จาก 12 ห้องเรียน แต่ละห้องได้รับการสุ่มให้ใช้แบบทดสอบหนึ่งในสามแบบ แต่ละกลุ่มได้รับการทดสอบด้วยข้อสอบสองในสามชุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบสามชุดคือ

1. แบบทดสอบการประมาณค่าในเรื่องการประมาณพื้นที่ ความยาว และการคำนวณเชิงตัวเลข แบบทดสอบความกว้าง และแบบทดสอบความเร็วในการคำนวณ

2. แบบทดสอบการลองผิดลองถูก

3. แบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มตัวอย่างมีความไม่แน่นอนในการประมาณค่าคำตอบ ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการประมาณค่าคำตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์เชิงบวก กับความสามารถทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการประมาณค่ามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ และความสามารถทางวาจา

4. ความสามารถในการประมาณค่าความยาวไม่สัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ หรือความสามารถทางวาจา

5. ความสามารถในการประมาณพื้นที่ และความสามารถในการประมาณความยาวไม่สัมพันธ์กับความสามารถในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ อย่างรวดเร็ว

6. ความสามารถในการประมาณค่าไม่ได้เกี่ยวข้องกับแนวโน้มในการจัดปริมาณในเรื่อง ขนาดกว้าง ปานกลาง หรือแคบ

7. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศ กับ ความสามารถในการประมาณความยาว พื้นที่ หรือการคำนวณเชิงตัวเลข

8. มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง ความสามารถในการประมาณค่า คำตอบทางการคำนวณเชิงตัวเลข และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการลองผิดลองถูก

9. ความสามารถในการประมาณคำตอบทางการคำนวณเชิงตัวเลข เป็นตัวทำนายที่สำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการลองผิดลองถูก

วิลเลียม นอร์แมน ซัทเธอร์แลนด์ (William Norman Sutherland 1975: 5663-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "เครื่องคิดเลขขนาดกระเป๋า: ผลกระทบ ต่อการได้รับทักษะการประมาณค่าทัศนียภาพในระดับกลาง" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาการใช้เครื่องคิดเลขในการปรับปรุงทักษะการประมาณค่าของนักเรียน ระดับห้าและระดับหก ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับห้าและระดับหก โดย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองใช้เครื่องคิดเลขในการคิดคำตอบที่ถูกต้อง และกลุ่มควบคุมใช้การคิดด้วยการทดบนกระดาษ ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเรื่อง การประมาณค่าทัศนียภาพโดยครูคนเดียวกัน ซึ่งเน้นรูปแบบและวิธีต่าง ๆ ก่อนการ ทดลอง มีการทดลอง 3 ครั้ง การทดสอบก่อนการทดลอง 1 ครั้ง และทดสอบ ภายหลังการทดลอง 2 ครั้ง โดยใช้เครื่องมือที่ออกแบบขึ้นเพื่อวัดทักษะการ ประมาณค่าในใจในระดับชั้นนี้ ผลการวิจัยพบว่า เมื่อทดสอบก่อนการทดลอง นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะในการประมาณค่าไม่แตกต่างกัน ภายหลังการทดลอง ทั้งสองกลุ่มมีทักษะในการประมาณค่า แต่ไม่มีความแตกต่างกันในการทดสอบหลัง การทดลอง

วิลเลียม ดัลลีย์ ฮอลล์ (William Dudley Hall 1977: 6324-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่า และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับห้า" วัตถุประสงค์ของ การวิจัยเพื่อศึกษาผลของการสอนการประมาณค่ากับความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์ และความสามารถในการประมาณค่า ตัวอย่างประชากรเป็น

นักเรียนระดับห้าจำนวน 60 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เป็นนักประมาณค่าที่ดี 15 คน และเป็นนักประมาณค่าที่ไม่ดี 15 คน กลุ่มทดลองจะได้รับบทเรียนเกี่ยวกับการประมาณค่าเป็นเวลา 8 1/2 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการประมาณค่าและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าต่ำ

โทมัส เจมส์ ลอร์สัน (Thomas James Lawson 1978: 647-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาผลของเครื่องคิดเลขธรรมดาและแบบดัดแปลงต่อการรับรู้ของนักเรียนและการใช้ขั้นตอนในการประมาณค่า" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อประเมินผลกระทบที่เครื่องคิดเลขมีต่อความสามารถ และความปรารถนาของนักเรียนในการใช้วิธีการประมาณค่ามาตรฐานในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของกลวิธีการแก้ปัญหา และเพื่อรวบรวมและสรุปความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณค่าทางการศึกษาของเครื่องคิดเลข ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับเจ็ด จากโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งเดียว ซึ่งมีนักเรียนทั้งที่มาจากชนบทและจากในเมืองรวมกัน โดยต้องมีความรู้ เรื่องระบบเลขทศนิยม และมีความสามารถเพียงพอในเรื่องการคำนวณพื้นฐาน หลังจากการทบทวนสั้น ๆ เกี่ยวกับวิธีการประมาณค่าที่ต้องการ แล้วให้พัก 4 วัน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้การทดด้วยกระดาษดินสอ กลุ่มที่ใช้เครื่องคิดเลขแบบธรรมดา และกลุ่มที่ใช้เครื่องคิดเลขแบบดัดแปลง แต่ละกลุ่มได้รับการทดสอบก่อนด้วยข้อทดสอบ 20 ข้อ แบบเดียวกัน โดยให้ประมาณค่าคำตอบปัญหาทศนิยม งานในช่วงกลางเป็นแบบทดสอบ 16 ข้อ โดยให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีที่กำหนดไว้ แล้วในตอนท้ายให้นักเรียนประมาณค่าปัญหา 20 ข้อ เดิมนั้นซ้ำอีกครั้ง เป็นการทดสอบภายหลังการทดลอง มีการบันทึกสถิติขั้น การคำนวณของนักเรียนที่ใช้เครื่องคิดเลขดัดแปลงเกี่ยวกับการประมาณค่า ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคำนวณมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการประมาณค่า และการปฏิบัติในช่วงกลางไม่มีผลต่อความสามารถในการประมาณค่า การวิเคราะห์สถิติขั้นที่บันทึกไว้ จากกลุ่มที่ใช้เครื่องคิดเลขแบบ

คัดแปลงสนับสนุนข้อสรุปที่ว่า นักเรียนไม่ได้ใช้กระบวนการประมาณค่าเพื่อจะทำ
ให้คำตอบนั้นมีเหตุผลมากขึ้น ข้อเสนอแนะจากการวิจัยคือ ควรมีการออกแบบวิธี
การและสื่อประกอบการเรียนการสอนการประมาณค่าเพื่อนำไปใช้ในชั้นเรียนควร
ใช้เครื่องคิดเลขทั้งแบบธรรมดาและแบบดัดแปลงเพื่อพัฒนากระบวนการประมาณค่า

จอร์ช คับบลิว ไบรท์ (George W. Bright 1979: 161-164)
ได้ศึกษาว่าครูที่มีประสบการณ์จะสามารถปรับปรุงทักษะการประมาณค่าความสัมพันธ์
ของเส้นตรงได้ดีขึ้นหรือไม่โดยการฝึกหัด กลุ่มตัวอย่างเป็นครูสอนระดับ 6 ถึง
ระดับ 8 จำนวน 21 คน ที่ลงทะเบียนในการอบรมภาคฤดูร้อนเกี่ยวกับระบบ
เมตริก ผลการวิจัยพบว่า ทักษะของครูในการประมาณค่าความยาวดีขึ้นจากการ
ฝึกหัด

กลอเรีย ไชเครส ทาวเซนต์ (Gloria Childress Townsend
1979: 1963-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของการใช้เครื่องคิดเลขที่ตั้ง
โปรแกรมได้ต่อผลสัมฤทธิ์ในการประมาณค่าความน่าจะเป็น และทัศนคติ ต่อการ
ประมาณค่าของนักเรียนที่เรียนวิชาพีชคณิตเป็นปีที่สอง" วัตถุประสงค์ของการวิจัย
เพื่อศึกษาว่าการใช้เครื่องคิดเลขที่ตั้งโปรแกรมได้เป็นเครื่องตรวจการประมาณค่า
ของนักเรียนจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการประมาณค่า และทัศนคติต่อการประมาณค่า
หรือไม่ และเพื่อวิเคราะห์คะแนนเมื่อทดสอบภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่
นักเรียนเป็นผู้ตั้งโปรแกรมกับกลุ่มที่ครูเป็นผู้ตั้งโปรแกรมว่าแตกต่างกันหรือไม่
ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาพีชคณิตเป็นปีที่สอง โดยแบ่งนักเรียน
ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 1 กลุ่มและกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่
นักเรียนตั้งโปรแกรมเอง และกลุ่มที่ครูตั้งโปรแกรมให้ ทั้ง 3 กลุ่มนี้ใช้เวลา 10
วัน ในการเรียนแบบฝึกหัดความน่าจะเป็นกลุ่มนักเรียนที่ตั้งโปรแกรมเองได้รับ
เวลาเพิ่มสามวันพิเศษในการเตรียมคำสั่งของโปรแกรม กลุ่มที่ครูตั้งโปรแกรม
ให้ใช้โปรแกรมของผู้ทำวิจัยในการตรวจการประมาณค่า จัดการทดสอบภายหลัง
ในวันสุดท้ายของการสอน ทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า

1. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคะแนนผลสัมฤทธิ์การ
ประมาณค่าระหว่างนักเรียนในกลุ่มควบคุม และนักเรียนในกลุ่มทดลอง
2. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทัศนคติต่อการประมาณค่า
ระหว่างนักเรียนในกลุ่มควบคุมและในกลุ่มที่นักเรียนตั้งโปรแกรมเอง
ผลการวิจัยได้ข้อเสนอนี้ว่า การที่นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขที่ตั้ง
โปรแกรมได้นั้น เป็นการปรับปรุงทัศนคติต่อการประมาณค่าทั้งนี้ก็เป็นเพราะนักเรียน
ที่เป็นผู้ตั้งโปรแกรมสามารถค้นกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว กระบวนการ
นี้อาจจะเพิ่มความผูกพันกับการประมาณค่าด้วยวิธีนี้ควรทำให้มีความมั่นใจในเรื่อง
ความง่ายของการประมาณค่า เนื่องจากได้ตีความส่วนหนึ่งของทัศนคติต่อการ
ประมาณค่าว่าเป็นความเชื่อในความง่ายหรือยากของการประมาณค่า ดังนั้น
ทัศนคติจึงอาจปรับปรุงได้โดยความสำเร็จในการใช้เครื่องคิดเลขที่ตั้งโปรแกรมได้

โมฮัมมัด เฟสฮารากิ (Mohammad Fesharaki 1979: 6004-A)
ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาผลของการใช้เครื่องคิดเลขที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการ
ประมาณค่า และความคงทนในการเรียนเรื่อง ทศนิยม และร้อยละของนักเรียน
เกรด 7 และ 8" กลุ่มตัวอย่างประชากรจัดคละกันระหว่างนักเรียน เกรด 7
และ 8 แล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ
คือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง กลาง และต่ำ การทดลองได้แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ที่สอนโดยใช้เครื่องคิดเลข และกลุ่มควบคุม 3 กลุ่ม ที่
สอนโดยไม่ใช้เครื่องคิดเลข ใช้เวลาในการทดลอง 30 คาบ ๆ ละ 50 นาที
ทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังการทดลอง แล้วทิ้งช่วงเวลาหลังจากการทดลอง
4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ จึงทำการทดสอบอีกตามลำดับ ในการทดสอบทุกครั้ง
ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขในห้องสอบทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ความ
แปรปรวนสองทางผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กลาง และต่ำ ที่
เรียนโดยใช้เครื่องคิดเลขช่วยในการคิดคำนวณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่า
นักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้เครื่องคิดเลขช่วยในการคิดคำนวณ

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคิดเลขกับนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้เครื่องคิดเลขช่วยในการคิดคำนวณมีความคงทนในวิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในทักษะการประมาณค่าไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

บาบาร่าห์ เจ เบสเกน และคณะ (Barbara J. Bestgen et. al. 1980: 124-136) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของวิธีสอนทักษะการประมาณค่า และทัศนคติของครูฝึกสอนระดับประถมศึกษา" กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นครูฝึกสอนระดับประถมศึกษา จำนวน 187 คน ซึ่งลงทะเบียนวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาวิธีสอนคณิตศาสตร์โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมซึ่งกลุ่มทดลองได้รับการฝึกการประมาณค่าทุกสัปดาห์ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนกลวิธี การประมาณค่า และมีการฝึกทุกสัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีการประมาณค่าดีกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับการฝึกพิเศษ และได้รับการสอนกลวิธี มีทัศนคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์มากขึ้น และทัศนคติก็ดีกว่าอีกกลุ่มด้วย และไม่มี ความแตกต่างในการประมาณค่าระหว่างกลุ่มทั้งสองกลุ่ม

โจสซีลีน อโยเดเล จาร์เรท (Joscelyn Ayodele Jarrett 1980: 1452-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาผลการสอนที่แตกต่างกันสามระดับในเรื่องการประมาณค่าแก่นักเรียนระดับห้าและระดับหก" วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกการคำนวณค่าตอบที่ถูกต้อง การฝึกการประมาณค่า และการสอนที่มีความหมายในการประมาณค่าของนักเรียน ต่อความสามารถของนักเรียนในเรื่องการวัดแบบต่าง ๆ และเพื่อแยกแยะกระบวนการประมาณค่าของนักเรียน ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนระดับห้า 42 คน และระดับหก 44 คน แต่ละระดับจะแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้กลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์และการฝึกการคำนวณที่ถูกต้องของผลบวกและผลคูณ กลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และการฝึกการประมาณค่าผลบวกและผลคูณโดยใช้การบัดเศษ และกลุ่มที่ใช้คิดเลขเพื่อให้การสอนมีความหมายมากขึ้น และเป็นการฝึกกระบวนการในการประมาณค่าผลบวก และผลคูณโดยการบัดเศษ สำหรับนักเรียนแต่ละคนในการวิจัยนี้ ใช้เวลาฝึกปฏิบัติ 10-15 นาที ทุกวันเป็นเวลาห้าวัน วันแรกที่ฝึกครบ



ตามที่กำหนดได้ทำการทดสอบด้วยข้อสอบแปดชุดในคาบเรียนคณิตศาสตร์ปกติ เพื่อวัดความคงทนก็ได้มีการทดสอบด้วยข้อสอบอีกสี่ชุดเป็นครั้งที่สองในระยะเวลาสามสัปดาห์ต่อมา คะแนนจากการทดสอบนี้เป็นตัวแปรตามในการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนการประมาณค่าด้วยวิธีการต่าง ๆ มีความสามารถดีขึ้นในการประมาณค่าผลบวกและผลคูณมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนการประมาณค่า นักเรียนที่ได้รับการสอนการฝึกไม่ได้มีความสามารถแตกต่างไปจากนักเรียนที่ได้รับการสอนอย่างมีความหมายในการประมาณค่าผลบวก และผลคูณ
2. ภายหลังจากการฝึกปฏิบัตินักเรียนที่ได้รับการสอนอย่างมีความหมายในการประมาณค่ามีความสามารถดีขึ้นในการตอบปัญหาการประมาณค่ามากกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกหรือไม่ได้รับการสอนประมาณค่า
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนการประมาณค่าโดยวิธีต่าง ๆ ปฏิบัติในระดับเดียวกันกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคำนวณด้วยแบบทดสอบการคำนวณแบบเร่งความเร็ว และไม่เร่งความเร็ว
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนการประมาณค่าโดยวิธีต่าง ๆ มีความสามารถดีขึ้นในการบดเศษมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนการประมาณค่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีฝึกหัดไม่มีความแตกต่างในความสามารถการบดเศษจากนักเรียนที่ได้รับการสอนอย่างมีความหมาย
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนการประมาณค่าโดยวิธีต่าง ๆ ไม่แตกต่างในความสามารถแก้ปัญหาถ้อยคำ (Word Problem) จากผู้ที่ไม่ได้รับการสอนการประมาณค่า
6. เมื่อประมาณค่าผลของการคำนวณ นักเรียนที่ได้รับการสอนการประมาณค่าโดยวิธีต่าง ๆ ใช้กระบวนการบดเศษ บ่อยกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอน
7. แม้ว่านักเรียนระดับหกจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า นักเรียนระดับห้าในเรื่องการวัดการคำนวณที่ถูกต้อง การบดเศษ และการแก้ปัญหาก็ไม่มีหลักฐานแสดงว่าระดับชั้นมีผลต่อการวัดทักษะการประมาณค่า

เดวิด จอห์น ฮิลเดเรลธ (David John Hildrelth 1981: 4319-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "กลวิธีการประมาณค่าที่ใช้ในงานวัดความยาวและพื้นที่โดยนักเรียนระดับห้า และเจ็ด" วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1. เพื่อบอกกลวิธีที่เด็กและผู้ใหญ่ใช้ในการประมาณค่าความยาว และพื้นที่ 2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (กลวิธีที่ใช้และความสามารถในการประมาณค่า) และตัวแปรอิสระ (ความสามารถในการรับรู้, ความสามารถทางคณิตศาสตร์, ระดับชั้นและเพศ) และ 3. เปรียบเทียบวิธีการสอนการประมาณค่าสองวิธีในเรื่อง เนื้อหาเกี่ยวกับความยาวและการวัดพื้นที่มาตราเมตริก ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนระดับห้า 24 คน นักเรียนระดับเจ็ด 24 คน และนักศึกษาวิทยาลัยจำนวน 24 คน ครั้งหนึ่งของนักเรียนระดับห้าและเจ็ด ได้รับการสอนโดยวิธีเดคาและตรวจสอบในการประมาณค่าความยาวและพื้นที่ในระบบเมตริก อีกครั้งหนึ่งได้รับการสอนให้ใช้กลวิธีการประมาณค่าที่เหมาะสม ก่อนการทดลองนักศึกษาวิทยาลัยและครั้งหนึ่งของกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มได้รับการสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์ซึ่งใช้เป็นการทดสอบภายหลังประกอบด้วย คำถาม 24 ข้อ ที่ต้องประมาณค่าความยาว และพื้นที่โดยใช้ระบบเมตริกที่คุ้นเคยและหน่วยที่ไม่มาตรฐานมีการบันทึกกลวิธีการประมาณค่าที่กลุ่มตัวอย่างใช้ ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มตัวอย่างในระดับห้าและเจ็ดแสดงกลวิธีการประมาณค่าหลายอย่างซึ่งไม่แตกต่างจากของผู้ใหญ่
2. ความสามารถในการประมาณค่า และกลวิธีที่ใช้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการรับรู้
3. สำหรับผู้ใหญ่ ความสามารถในการประมาณค่าและกลวิธีที่ใช้มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ และสำหรับนักเรียนระดับห้าและเจ็ด ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประมาณค่า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับกลวิธีที่ใช้
5. ในความสามารถในการประมาณค่า หรือกลวิธีที่ใช้ไม่พบว่าจะมีระดับชั้นหรือเพศมีความแตกต่างกัน

เดบอราห์ รูธ ลีวายน (Deborah Ruth Levine 1981: 5013-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ และกลวิธีการประมาณค่าที่ใช้ของนักศึกษาวิทยาลัย" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาจำนวน และชนิดของกลวิธีการประมาณค่าซึ่งนักศึกษาวิทยาลัยใช้ และความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ และความสามารถเชิงปริมาณ นอกจากนี้ก็มีข้อมูลเกี่ยวกับ ความยากที่นักศึกษาวิทยาลัยพบเมื่อประมาณค่า ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาเอกจำนวน 89 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบความสามารถเชิงปริมาณ และความสามารถในการประมาณค่าซึ่งเป็นการตอบปากเปล่า และให้คิดออกมาเป็นถ้อยคำขณะที่ประมาณค่าผลคูณและผลหารของเลขจำนวนเต็มและทศนิยม คะแนนจากการทดสอบดังกล่าวเป็นเครื่องวัดความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ ผู้ทำวิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การจำแนกกลวิธีการประมาณค่าโดยแบ่งออกเป็น 9 ชนิดด้วยกัน เพื่อใช้จำแนกกลวิธีการประมาณค่าของกลุ่มตัวอย่าง อันได้แก่ 1) การกระทำตามขั้นตอนวิธี (Proceeding Algorithmically) 2) การบดเศษตัวเลขทั้งสอง (Rounding Both Numbers) 3) การบดเศษเลขตัวเดียว (Rounding one Numbers) 4) เศษส่วน (Fraction) 5) เลขที่รู้จักมาก่อน (Known Numbers) 6) การใช้เลขกำลังสิบ (Powers of Ten) 7) ผลคูณ (หรือผลหาร) ที่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Partial Products Quotients) 8) เลขยกกำลัง (Exponents) 9) การสร้างขอบเขต (Establishing Bounds)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความบ่อยในการใช้กลวิธีการประมาณค่าแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน
2. ความถูกต้องของการประมาณค่าที่ได้รับจากการประมาณค่าข้อสอบรายบุคคล โดยการใช้กลวิธีการประมาณค่าชนิดต่าง ๆ ในการประมาณค่าโดยส่วนใหญ่ ไม่แตกต่างกัน
3. มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสามารถเชิงปริมาณ และจำนวนของกลวิธีการประมาณค่าที่ใช้ ($r = .55$)
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการประมาณค่าโดยการ

ค่านวน และจำนวนของกลวิธีการประมาณค่าที่ใช้ไม่แตกต่างกัน ตามความสามารถเชิงปริมาณ

ผลการวิจัยได้ข้อเสนอแนะว่า

การประมาณค่าเป็นงานยากสำหรับนักศึกษาวิทยาลัยซึ่งไม่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาเอกโดยเฉพาะคนที่มีความสามารถเชิงปริมาณต่ำ ความยาก 9 ชนิด ความเข้าใจคลาดเคลื่อน และความผิดซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้แสดงเมื่อประมาณค่าอันได้แก่ 1) กระบวนการที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete process) 2. การขาดขั้นตอนกลาง (loss of intermediate steps) 3) กลวิธีที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete strategy) 4) ความหมายของเครื่องหมายของการค่านวน (meaning of and operation) 5) การปรับค่าของผลลัพธ์ (adjusting the result) 6) ขั้นตอนวิธีคิดที่ไม่เหมาะสม (inappropriate algorithm) 7) ค่าประจำตำแหน่งที่ใช้ในการคูณหรือการหาร (place value in using the multiplication or division algorithm) 8) การปัดเศษ (rounding) และ 9) ลำดับของขนาด (order of magnitude) การใช้วิธีการคิดออกมาเป็นถ้อยคำเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์อย่างหาค่ามิได้ในการเข้าใจลึกซึ้งถึงวิธีการซึ่งนักศึกษาใช้ในการประมาณค่า

ฮารอล แอล สโคน และคณะ (Harold L. Schoen et.al. 1981: 165-178) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสอนการประมาณค่าเพื่อแก้ปัญหาการค่านวนตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็ม" ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับสี่ ห้า และหก ซึ่งถูกสอนให้ใช้วิธีการประมาณค่าโดยยึดตัวหน้าเป็นหลัก (Front-ending) และการปัดเศษ (Rounding) เกี่ยวกับการบวกและการคูณ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการประมาณค่าตอบสนองสอนในระยะเวลาสั้นไม่เพียงพอแต่นักเรียนจะเป็นนักประมาณที่ดี ยังนำวิธีการประมาณค่ามาใช้ได้สมเหตุสมผล แนะนำให้ใช้เป็นการฝึกหัดคิดค่านวนซึ่งในการประมาณค่าไม่มีผลตรงข้ามกับทักษะการคิดค่านวน และนักประมาณค่าที่ดีสามารถตัดสินขนาดและจำนวนของการประมาณเพื่อให้ความสัมพันธ์กับคำตอบจริง โดยอาจมีการปัดให้สูงหรือต่ำกว่าจำนวนนั้น

โรเบิร์ต อี เรย์ และคณะ (Robert E. Reys et.al. 1982: 183-201) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "กระบวนการที่ใช้โดยนักประมาณค่าทางการคำนวณที่ดี" วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่ออธิบายกระบวนการในการประมาณค่าทางการคำนวณที่ใช้ กลวิธีที่คิด และเทคนิคเมื่อประมาณค่าของนักประมาณค่าที่ดี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบประเมินการประมาณค่าทางการคำนวณ (Assessing Computational Estimation หรือ ACE Test) เพื่อคัดเลือกนักประมาณค่าที่ดีจำนวน 59 คน จากตัวอย่างประชากรจำนวน 1200 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนระดับเจ็ดถึงสิบสอง และผู้ใหญ่ที่คัดเลือกมาทำการสังเกตขณะที่เขาทำแบบฝึกหัดการประมาณค่าหลายชุด จากนั้นจึงสัมภาษณ์นักประมาณค่าที่ดีเพื่อทราบกลวิธีและกระบวนการที่เขาใช้ในการแก้ปัญหาในการประมาณค่า ผลการวิจัยพบว่า ทุกคนมีการระลึกได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องในเรื่อง ความจริงพื้นฐาน และความเข้าใจตำแหน่งค่าเพื่อวินิจฉัยผลที่ถูกต้อง สิ่งที่ใช้ในการคิดในใจประกอบด้วยการบดเศษ ทักษะการบดเศษจากการคูณด้วย 10 และความอดทนต่อความผิดพลาดในกระบวนการประมาณค่า นอกจากนี้ส่วนใหญ่เข้าใจ และสามารถใช้ลักษณะตัวเลขพื้นฐาน และใช้กลวิธีหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งในเรื่องนี้อันได้แก่ การปรับใหม่ เป็นการเปลี่ยนข้อมูลตัวเลขที่อยู่ในรูปแบบที่จัดการได้โดยคิดในใจ และหึ่ง โครงสร้างไว้ การแปลงค่า กระบวนการนี้นักประมาณค่าได้เปลี่ยนโครงสร้างหรือสมการให้เป็นรูปที่จัดการง่ายขึ้น และการทดแทนเป็นการปรับเพื่อทดแทนความไม่ถูกต้องที่เกิดจากการแปลงค่าและการปรับใหม่ มีจำนวนร้อยละ 20 ถึง 30 ของผู้ที่ถูกสัมภาษณ์ใช้กลวิธีหลาย ๆ อย่าง มีความมั่นใจในความสามารถในการประมาณค่าของตนและใช้กระบวนการทดแทนระดับกลาง

ริชาร์ด คาร์ล อิมเมอร์ส (Richard Carl Immers 1983: 416-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสามารถในการประมาณค่าความยาวและกลวิธีที่ใช้โดยนักเรียนระดับสองถึงระดับห้า" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาสภาพของทักษะการประมาณค่าความยาวที่นักเรียนระดับประถมศึกษาปฏิบัติ ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนในระดับสองถึงระดับห้า 192 คน สุ่มมา ระดับละ 48 คน ได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และ

กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม ผู้ทำการวิจัยเตรียมงานของเพียเจท์ การสัมภาษณ์ การทดสอบก่อน การสอนวิชาไมโครคอมพิวเตอร์หน่วยการสอน 10 วัน การทดสอบหลังการทดลองโดยการเขียนตอบ การทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ การทดสอบการเปลี่ยนแปลง และการทดสอบการจำ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการประมาณความยาวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม นอกจากนี้ ความสามารถในการประมาณค่าความยาวอาจจะสัมพันธ์กับความสามารถในโรงเรียนและความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีนัยสำคัญในระดับปานกลาง
2. ระดับชั้นเรียนกับความสามารถในการประมาณความยาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังอยู่ในระดับชั้นสูงขึ้นไปก็ยิ่งมีการประมาณค่าที่ถูกต้องมากขึ้น
3. การสอนมีผลต่อการประมาณค่าความยาวและเส้นตั้ง การสอนมิได้มีประโยชน์ในระดับสองถึงห้าเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงเพศด้วย
4. การทำซ้ำอีกเป็นกลวิธีที่ใช้มากที่สุดโดยกลุ่มตัวอย่างย่อยที่ถูกสัมภาษณ์ นักเรียนใช้กลวิธีแบบเดียวกันในการทำงานต่างกัน และกลวิธีก็ไม่ได้เปลี่ยนแปลง อันเป็นผลมาจากการฝึกหัดโดยบังเอิญ

รีตา เอน รูเบนสไตน์ (Rheta N. Rubenstein 1983: 695-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าโดยการคำนวณ" ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับแปด จากโรงเรียนแถบชานเมือง 7 โรงเรียนทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ จำนวน 309 คน เครื่องมือที่ใช้ในการการวิจัยคือ 1) แบบวัดการประมาณค่า จำนวน 4 แบบคือ แบบปลายเปิด แบบมีเหตุผลกับไม่มีเหตุผล แบบตัวเลขอ้างอิง และแบบลำดับของขนาด แบบทดสอบมีความสมมูลย์กันใน 4 ด้านคือ ชนิด รูปแบบ จำนวน และการปฏิบัติ เสนอข้อสอบบนเครื่องฉายแผ่นใส และจับเวลาที่ละเอียด 2) แบบวัดตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องคือ การเลือกดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบ การรู้เรื่องตัวเลข การปฏิบัติกับเลขสิบ การปฏิบัติกับผลคูณของ

ลิส การทราบตำแหน่งค่า การบดเศษ และการตัดสินขนาด 3. แบบวัดการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดการแก้ปัญหของไอโอวา ตัวแปรอื่น ๆ
ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และเพศ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน
และการถดถอยพหุคูณแบบลำดับขั้น (Stepwise regression analysis)
ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนปฏิบัติแตกต่างกันในการประมาณค่าสามแบบ ลำดับ
ความยากจากง่ายที่สุดไปถึงยากที่สุด คือ ลำดับขนาดตัวเลขอ้างอิง และค่าตาม
ปลายเปิด เลขทศนิยมยากกว่าจำนวนเต็ม การหารเป็นวิธียากที่สุด รองลงมาคือ
การคูณ และเป็นการลบ กับการบวก ที่มีความยากน้อยพอ ๆ กัน เด็กผู้ชายทำ
คะแนนการประมาณค่าโดยรวมดีกว่าเด็กผู้หญิง และในเรื่องการประมาณค่าลำดับ
ของขนาด ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเพศในการทำค่าตามปลายเปิด หรือการ
ประมาณค่าตัวเลขอ้างอิง และจากการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Stepwise
regression analysis) แสดงให้เห็นว่า การปฏิบัติเกี่ยวกับการประมาณค่า
จะทำนายได้ดีที่สุด โดยการปฏิบัติกับเลขหลักสิบ

โอลีน แฮริส เบรม (Olene Harris Brame 1986: 1228-A)
ได้ทำการวิจัยเรื่อง "กลวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
ที่มีความสามารถในการประมาณค่าต่ำ" ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษา
ตอนปลาย 450 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบการประเมินการ
ประมาณค่าโดยการคำนวณ และสุ่มตัวอย่างนักเรียนมาสัมภาษณ์ 40 คน แต่ละคน
ถูกขอให้ประมาณค่าคำตอบของการคำนวณ 14 อย่าง จากการเปรียบเทียบผล
การสัมภาษณ์และแบบทดสอบ

ผลการวิจัยพบว่า

1. การลดความกดดันเรื่องเวลาทำให้การปฏิบัติได้ผลดีขึ้น
2. นักเรียนใช้กลวิธีการประมาณค่าหลายแบบแต่บางทีก็ไม่ใช้กลวิธี
ในการประมาณค่าและพยายามใช้การคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง
3. นักเรียนทุกคนยกเว้นหนึ่งคนใช้วิธีการยึดตัวเลขหลักหน้าโดยการ
บดเศษ และตัดปลาย นักประมาณค่าที่ดีใช้วิธีบดเศษ และการทดแทน แทนการ
ตัดปลาย

4. แม้ว่าเด็กพยายามใช้การทดแทน แต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จหลายครั้ง นักประมาณค่าที่มีความสามารถต่ำใช้การบิดเบือน แต่ก็ไม่สามารถวิธินาที่ใช้เป็นปกติ ได้แก่ การคิดค่าเฉลี่ยการใช้ตัวเลขที่เท่าเทียมกัน หรือที่สะดวกกว่า และการใช้ตัวเลข จำนวนมากกว่าเพื่อกำจัดตัวเลือก

5. นักเรียนได้รับความสำเร็จสูงสุดในปัญหาร้อยละ เมื่อนักเรียนคิดถึงร้อยละในฐานะส่วนหนึ่งของหนึ่งร้อย หรือในแง่ของร้อยละที่ง่ายกว่า ทำได้ดีเกินคาดในปัญหาการหารอาจจะเป็นเพราะการใช้การประมาณค่าแบบการคิดคำนวณแบบดั้งเดิม

6. ความยากลำบากที่สำคัญของนักประมาณค่าที่มีความสามารถต่ำคือ ปัญหาเกี่ยวกับเลขจำนวนมาก ต่อเนื่องกับปัญหานี้ก็คือ ความผิดพลาดเกี่ยวกับกำลังของสิบ นักเรียนหาความผิดพลาดเกี่ยวกับกำลังของสิบ เมื่อคำตอบของตนอาจจะเป็นที่ยอมรับได้ หากมีการคูณด้วยเลขกำลังสิบที่เหมาะสม

แพททริซ เนเจล กอสซาร์ด (Patrice Nagel Gossard 1986: 2606-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การประมาณค่าโดยการคำนวณในการประยุกต์ใช้กับปัญหาในชีวิตประจำวัน" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษานิตและปริมาณของการประมาณค่าโดยการคำนวณที่ได้สอนให้แก่นักเรียนประถมปลาย แล้วเปรียบเทียบสิ่งที่ได้รับการสอนกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จริง และที่นำไปใช้จริงในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน มีการพิจารณาการประมาณค่าสามประเภทคือการปรับใหม่ การแปลงค่า และการทดแทน ซึ่งการประมาณค่าทั้งสามประเภทนี้ได้รับการพิจารณาเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ การใช้เครื่องหมาย และความอดทนต่อความผิดพลาดของนักเรียนเมื่อทำการประมาณค่า ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับแปดที่มีความสามารถปานกลางจำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบการประเมินการทดลองสอนของไซเวียด แบบสอบถามและแบบสำรวจแบบเรียนถูกใช้เพื่อบอกการประมาณค่าที่ใช้สอนนักเรียนดังกล่าวระหว่างการสอนในระดับ หก เจ็ด และแปด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนเรียนรู้ การปรับการบิดเบือนเลขจำนวนเต็ม และทศนิยมตามที่กำหนดด้วยความเข้าใจดีขึ้นในการบิดเบือนเลขจำนวนเต็ม การ

แปลงค่าที่ประมาณไม่มีการสอนเลย และการทดแทนค่าที่ประมาณจะได้รับการสอนเพียงในการหารเลขจำนวนเต็ม มีเพียงการประมาณค่าโดยการตัดเศษ เพียงเล็กน้อยในบทเรียนการแก้ไขปัญหา ไม่มีการแปลงค่าหรือการทดแทนในการสอนการแก้ปัญหาเลย

วิลเลียม ไมเคิล สลิวา (William Michael Sliva 1988 : 2567-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาแบบทดสอบการประมาณค่าโดยการคำนวณ" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างของการประมาณค่าโดยการคำนวณ และเพื่อพิจารณาความเสมอภาคของเทคนิคการให้คะแนนหลาย ๆ แบบที่ใช้ในการให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง จากข้อมูลที่ได้รับจากการประชุมของนักการศึกษาคณิตศาสตร์ และข้อมูลที่ได้รับจากการใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาแบบทดสอบการประมาณค่าโดยการคำนวณแบบปลายเปิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ความยากลำบากที่พบก็คือ การพิจารณาเฉพาะคำตอบที่เป็นข้อเขียนของกลุ่มตัวอย่างไม่อาจแน่ใจได้ว่า กลุ่มตัวอย่างใช้การประมาณค่า แม้ว่าจะมีควบคุมเวลาและความซับซ้อนของข้อสอบก็ตาม กระบวนการให้คะแนนมีสองกระบวนการคือการกระจายร้อยละจากคำตอบที่ถูกต้องโดยใช้ระดับเดียว และระดับหตุคุณของการแปรผัน และช่วงที่ยอมรับได้ในการประมาณค่าน้อยที่สุด และมากที่สุดของการคำนวณ ตามการพิจารณาของนักการศึกษาคณิตศาสตร์ ในการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยเสนอแนะว่า การพัฒนาการบริหารเป็นกลุ่ม การทำแบบทดสอบการประมาณค่าโดยการคำนวณแบบปลายเปิดนั้น มีความเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม หากมีผู้ต้องการทำงานวิจัยแบบนี้ควรตระหนักว่าเป็นงานที่ต้องใช้ความพยายามอย่างสูงยิ่งทีเดียว

เบ็คกี้ เบอร์ก ลินเชิร์ด (Becky Burk Hynchard 1989: 1686-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ และตัวแปรคิดสรรของนักเรียนระดับหก" วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้ทักษะพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเรื่องความสัมพันธ์ของที่ว่าง การฟังหา/การเป็นอิสระ และทัศนคติของนักเรียนระดับหกที่มีต่อคณิตศาสตร์และเพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างการจัดอันดับของครูเกี่ยวกับความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ และการปฏิบัติของนักเรียนในการทดสอบการประมาณค่าโดยการคำนวณ ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับ 6 จำนวน 86 คน และการแยกกลุ่มนักเรียนประมาณค่าที่ดี และไม่ดีนั้นกระทำภายหลังการทดสอบการประมาณค่า ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและการสัมภาษณ์เป็นพื้นฐานในการจัดข้อดีและข้อเสียของนักเรียนประมาณค่าที่ดี และไม่ดี การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ และตัวแปร คัดสรร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน แสดงให้เห็นความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างอันดับของนักเรียนโดยจัดตามความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณและการจัดอันดับโดยครู

ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อาจเป็นตัวทำนายที่ดีของความรู้สึกเกี่ยวกับตัวเลข
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์รายย่อยในด้านการคำนวณ การประยุกต์ และมโนทัศน์/ตัวเลข ความรู้ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การฟังหา/การเป็นอิสระเป็นตัวทำนายที่ไม่ดี ของความรู้สึกเกี่ยวกับตัวเลข
3. ความสามารถในการเรื่องความสัมพันธ์ของที่ว่างและทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ไม่ปรากฏว่าเป็นตัวทำนายความรู้สึกเกี่ยวกับตัวเลข
4. ความสามารถในการคำนวณ และระดับขั้นไม่ใช่ตัวทำนายที่ดีของความสามารถในการประมาณค่าโดยการคำนวณ
5. นักเรียนประมาณค่าที่ดี มีทักษะเบื้องต้นในการประมาณค่ามากกว่านักเรียนประมาณค่าที่ไม่ดี แต่ทั้งสองก็ไม่ได้แสดงให้เห็นความเข้าใจมโนทัศน์อย่างเพียงพอ

เฟรเดอริก ค็อกสัน ไวท์แมน (Frederick Cookson Whiteman 1989: 2629-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "บทบาทของการสอนฐานคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาพฤติกรรมการประมาณค่าโดยการคำนวณกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย" วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาอิทธิพลของกิจกรรมการเรียนการสอนฐานคอมพิวเตอร์ต่อการรู้และการใช้กลวิธีประมาณค่าชุดย่อยๆ กิจกรรมได้รับการออกแบบเพื่อแนะนำนักเรียนให้รู้จักกับกลวิธีสามกลวิธีสำหรับการบัดเศษทั้งตัวเลขในแบบฝึกหัดการคูณตัวประกอบสองตัว และให้โอกาสในการฝึกกับตัวเลขชุดหนึ่ง กิจกรรมใช้เวลา 6 คาบ ๆ ละ 30 นาที สัปดาห์ละสองครั้ง เป็นเวลานานสามสัปดาห์ ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนจำนวน 149 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบประเมินการประมาณค่าโดยการคำนวณ (ACE) และแบบทดสอบการปรับผลคูณที่ประมาณค่าได้ (AE-M) ซึ่งทั้งสองแบบทดสอบคู่ขนานนี้ได้ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคะแนนรวมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คะแนนผลคูณและจำนวนการประมาณค่าที่ใช้สำหรับข้อทดสอบการคูณในการทดสอบภายหลัง (AE-M posttest) แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการประมาณค่ามีอิทธิพลในทางบวก ต่อการใช้กลวิธีที่ได้รับการสอนของนักเรียน นักเรียนได้รับการจัดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ ดี พอใช้และอ่อน โดยอาศัยคะแนนจากความสามารถในการประมาณค่าทั่วไป การวิเคราะห์นั้นแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการประมาณค่ามีอิทธิพลอย่างมากต่อการพัฒนา กลวิธีการประมาณค่า สำหรับนักประมาณค่าที่อ่อนและพอใช้ โอกาสที่เพิ่มขึ้นในการประมาณค่าทั่วไป จะมีประโยชน์มากต่อนักประมาณค่าที่ดีมากกว่าการสอนกลวิธีเฉพาะอย่าง

จูดีท ที โซว์เดอร์ และคณะ (Judith T. Sowder et.al. 1989: 130-146) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การพัฒนามโนทัศน์และกลวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าโดยการคำนวณ" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และกระบวนการที่มีส่วนโดยตรงต่อการประมาณค่าโดยการคำนวณ ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับสาม ห้า เจ็ด และเก้า จำนวน 12 คน โดยให้งานกับนักเรียนแต่ละคนทำ ซึ่งงานนี้ประกอบ

ด้วยปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาจากการตั้งสมมติฐานของนักเรียน ปัญหาประกอบไปด้วยคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบหาแนวทางแก้ปัญหา งานที่ให้ทำมีลักษณะเป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างเสรี ผลการวิจัยพบว่า เด็กที่มีอายุมากมีความเข้าใจในปัญหาดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อย แต่ผลที่ได้และกระบวนการประมาณค่าไม่เป็นที่พึงพอใจเท่าที่ควร การยอมรับในการประมาณค่าโดยวิธีบัดเศษแล้วคำนวณ มากกว่า การคำนวณแล้วบัดเศษ แต่ทั้ง 2 วิธีการนี้มีความข้องเข้าในการพัฒนา การจดจำความต้องการที่จะหาความผิดพลาดของการบัดเศษเพิ่มขึ้นในทุกระดับ ปัจจัยต่าง ๆ ในโรงเรียน เช่น การเน้นคำตอบที่ถูกต้องและการสอนและวิธีการคำนวณดูเหมือนจะมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ที่ได้

แมรี เฮอร์ส วาเลน (Mary Therese Whalen 1989: 3650-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนการสอนด้วยวิธีเดิมในการสอนทักษะการประมาณค่าโดยการคำนวณระดับเจ็ด" วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแบบเดิมในการสอนการประมาณค่าโดยการคำนวณ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับเจ็ด ซึ่งมาจากชั้นเรียน 5 ชั้นจากครูสอน 2 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CI) ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมาณค่าซึ่งออกแบบและกำหนดรหัสโดยผู้ทำวิจัยเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์แอปเปิล II กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่อยู่ในแบบการสอนแบบเดิม (TI) ได้รับการสอนกลวิธีการประมาณค่าโดยครูสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ปกติ ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบการประมาณค่าโดยการคำนวณ จำนวน 29 ข้อ ทำการสอนเป็นเวลาแปดสัปดาห์ ภายหลังจากการสอนแล้วจึงใช้แบบทดสอบฉบับเดิมมาทดสอบ หลังจากการทดสอบภายหลังจากการสอนแล้วสามสัปดาห์ก็มีการทดสอบการถ่ายโอนสองส่วนกับนักเรียน ส่วนที่หนึ่งนั้นจับเวลาและส่วนที่สองไม่จับเวลา แล้วจึงใช้แบบสอบถามถามนักเรียนเกี่ยวกับการใช้การประมาณค่าภายหลังจากการทดสอบ

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนในกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CI) ไม่มีคะแนนการประมาณค่าดีขึ้น และคะแนนการประมาณค่าของนักเรียนในกลุ่มที่ครูสอน (TI) ลดลง
2. นักเรียนชายมีคะแนนการประมาณค่าดีกว่านักเรียนหญิงทั้งสองกลุ่ม
3. มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างคะแนนรวมวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนการประมาณค่าในการทดสอบภายหลังการทดลอง
4. นักเรียนมิได้ถ่ายโอนทักษะการประมาณค่าไปใช้กับงานซึ่งไม่ได้ใช้การประมาณค่า

ฮารอล แอล สโคเน และคณะ (Harold L.Schoen et.al.1990: 61-73) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลและกระบวนการการทำข้อสอบการประมาณค่าในรูปแบบต่าง ๆ กัน" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่ออธิบายการตอบสนองของนักเรียนระดับห้า ถึงระดับแปดในการทำข้อสอบการประมาณค่าในรูปแบบต่าง ๆ กัน ตัวอย่างประชากรในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนระดับห้า หก เจ็ด และแปด จำนวน 1376 คน เพื่อทำการทดสอบข้อเขียน และนักเรียนระดับหก 10 คน และระดับแปด 10 คน ซึ่งได้รับการคัดเลือกมาจากครูผู้สอน เพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบการประมาณค่าซึ่งประกอบด้วยรูปแบบของข้อสอบ 5 รูปแบบ ดังนี้ 1) แบบเลือกตอบมาตรฐาน (Standard Multiple choice) 2) แบบการกระทำของตัวเลือก (Operation in Foils) 3) แบบช่วงของตัวเลือก (Range in Foils) 4) แบบการให้เหตุผล (Benchmark) 5) แบบลำดับของขนาด (Order of Magnitude) หรือแบบการกระทำของตัวคำถาม (Operation in Stem) แบบทดสอบการประมาณค่าได้รับการออกแบบเพื่อตั้งเอากระบวนการที่นักประมาณค่าที่ดีใช้ออกมา ตามที่ Rey และคณะ (1982) ได้บอกไว้ ประกอบด้วย 1) การบดเศษมาตรฐาน 2) การยึดตัวหน้าเป็นหลัก 3) การบดเศษอื่น ๆ 4) การใช้จำนวนที่แทนกันได้ 5) การทดแทน สำหรับการสัมภาษณ์เลือกข้อสอบจากแบบทดสอบข้อเขียนมา 10 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการที่นักเรียนใช้ และอัตราความสำเร็จของ

นักเรียนในการทำแบบทดสอบการประมาณค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของตัวเลขตามรูปแบบของข้อสอบ และตามลักษณะของตัวเลือก ซึ่งมีความสำคัญในการพิจารณาเมื่อสร้างแบบทดสอบการประมาณค่า เมื่อชนิดของตัวเลขและลักษณะตัวเลือกถูกควบคุม อัตราความสำเร็จจะสูงที่สุดในข้อสอบแบบลำดับของขนาดและการกระทำของตัวเลือก และต่ำสุดในข้อสอบแบบช่วงของตัวเลือก ส่วนอัตราความสำเร็จปานกลางและมีระดับเท่ากันคือข้อสอบแบบเลือกตอบมาตรฐาน และแบบการให้เหตุผล

เทอร์รี่ เวย์นี่ ไคลทิส (Terry Wayne Crites 1990 : 3507-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความเหมือนและลักษณะของกลวิธีที่ใช้โดยนักเรียนระดับสาม ห้า และเจ็ด เมื่อทำการประมาณค่าตัวเลข" วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1. เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในความสามารถของนักเรียนระดับสาม ห้า และเจ็ด เมื่อทำการประมาณค่าตัวเลข 2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าการคิดในใจ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่วไป 3. เพื่อศึกษากลวิธีที่ใช้เมื่อทำการประมาณค่าตัวเลข มีนักเรียนประมาณ 400 คน จากโรงเรียนในชนบทได้รับการทดสอบการคิดในใจ และการประมาณค่า ผลจากแบบทดสอบการคิดในใจ และแบบทดสอบการประมาณค่าใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทั้งสอง ส่วนความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่วไปวัดจากแบบทดสอบทักษะพื้นฐานความเข้าใจ ผลจากการทดสอบพบว่า

1. การประมาณค่าตัวเลขของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องอยู่ในช่วง .25 ถึง .56
2. ความสามารถในการประมาณค่าเพิ่มขึ้นพร้อมกับระดับชั้นของนักเรียน
3. ความสามารถในการประมาณค่าระหว่างนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่างกัน
4. การปฏิบัติในการทดสอบการประมาณค่าแบบเลือกตอบนั้นสูงกว่าแบบปลายเปิด
5. ความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าตัวเลข การคิดในใจ และ

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่วไปของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ จาก .02 ถึง .47 และความสามารถในการคิดในใจสัมพันธ์ในระดับสูงกับความสามารถในการประมาณค่า เช่นเดียวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่วไป

ในการสัมภาษณ์นักเรียน 36 คน ซึ่งแบ่งเป็นนักประมาณค่าที่มีความสามารถสูงจำนวน 18 คน และนักประมาณค่าที่มีความสามารถต่ำจำนวน 18 คน กลวิธีที่ใช้อย่างมากคือ การเปรียบเทียบเหตุผล (Benchmark Comparison) พิจารณาโดยใช้สายตา (Eyeball) และแยกองค์ประกอบ/จัดองค์ประกอบ (Decomposition/Recomposition) ผลจากการสัมภาษณ์พบว่า

1. กลวิธีแยกองค์ประกอบ/จัดองค์ประกอบ และการเปรียบเทียบเหตุผล นับเป็นกลวิธีที่ใช้ได้อย่างสำเร็จมากที่สุด
2. นักประมาณค่าที่ไม่เก่ง มักจะใช้กลวิธีอาศัยการรับรู้เป็นพื้นฐาน
3. นักประมาณค่าที่มีความสามารถสูงมีความสำเร็จมากกว่านักประมาณค่าที่มีความสามารถต่ำ เมื่อข้อที่จะประมาณมีจำนวนเลขมาก ๆ
4. นักประมาณค่าที่มีความสามารถสูงในเรื่องตัวเลข ประมาณค่าได้ถูกต้องมากกว่าจะแยกปัญหาออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ และมักจะไม่ใช้การเดาบ่อยนัก

โรเบิร์ต อี เรย์ และคณะ (Rober E. Reys et.al. 1991: 39-58) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การแสดงการประมาณค่าโดยการคำนวณ และกลวิธีที่ใช้ของนักเรียนผู้ป่วนระดับห้าและระดับแปด" วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาข้อมูลที่ได้รับจากทักษะการประมาณค่าโดยการคำนวณและศึกษาเทคนิคการประมาณค่า และกระบวนการที่ใช้ในการหาผลลัพธ์จากการประมาณค่า ของนักประมาณค่าที่ดี โดยตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนผู้ป่วน ระดับห้าและระดับแปด จำนวน 466 คน เพื่อทำแบบทดสอบการประมาณค่าทางการคำนวณ และนักเรียนที่มีคะแนนสูงที่สุดในการทำแบบทดสอบอีก 21 คน เพื่อสัมภาษณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบที่ใช้ประเมินการประมาณค่าทางการคำนวณ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปลายเปิดจำนวน 39 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนผู้ป่วนใช้กระบวนการคิด 3 กระบวนการ ซึ่งเป็นไปตามตัวอย่างทฤษฎีจากการสัมภาษณ์นักเรียนอเมริกัน ได้แก่ การปรับใหม่ การแปลงค่า การทดแทน นักเรียนยังใช้กลวิธี

เหมือนกันที่นักเรียนอเมริกันใช้หลายอย่าง เช่น การใช้เลขหลักหน้า, การใช้ตัวเลขที่มีค่าเท่าเทียมกัน, การบัดเศษแบบยืดหยุ่น มีนักเรียนน้อยคนที่สามารถจำได้ว่าเคยได้รับการสอนการประมาณค่าในโรงเรียน นักเรียนญี่ปุ่นแสดงความสามารถในการคิดในใจในระดับสูงกว่านักเรียนอเมริกัน บกพร่องในเรื่องลำดับของขนาดน้อยกว่าและไม่ค่อยจะยอมรับความบกพร่อง นักเรียนญี่ปุ่นมักจะใช้กระบวนการคำนวณแบบเป็นขั้นเป็นตอน การที่นักเรียนใช้การคิดในใจ แบบการทดเลข จะเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการในการประมาณค่าของนักเรียน

ชารอน ซิมส์ คินเคด (Sharon Sims Kinkade 1991: 1673-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การวิเคราะห์การปฏิบัติของนักเรียนระดับแปดในการประมาณค่า และค่าใกล้เคียงจากการศึกษาคณิตศาสตร์ระหว่างชาติครั้งที่สอง (SIMS) : การวิเคราะห์ครั้งที่สอง" วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติของครูและนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์โดยทั่วไป และต่อการประมาณค่าโดยเฉพาะ และความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติดังกล่าวกับผลสัมฤทธิ์ของแต่ละคนในการทำข้อสอบการประมาณค่าและค่าใกล้เคียง เพื่อเปรียบเทียบการปฏิบัติของนักเรียนต่อการประมาณค่าหรือการหาค่าใกล้เคียง และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะบางอย่างของครู และผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบประมาณค่าหรือหาค่าใกล้เคียง จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีลักษณะใดของครูที่มีผลต่อความแตกต่างของคะแนนการทดสอบภายหลัง ยกเว้นเมื่อแยกพิจารณาเป็นประเภท ๆ ในชั้นเรียนซ่อมเสริมคะแนนทดสอบภายหลังแตกต่างจากการทดสอบก่อน ขึ้นอยู่กับการรับรู้ของครูในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับห้องเรียนธรรมดาคะแนนทดสอบภายหลังแตกต่างจากการทดสอบก่อน ขึ้นอยู่กับการรับรู้ของครูเกี่ยวกับความยากของข้อสอบ จำนวนร้อยละของชั้นเรียนซึ่งครูประมาณไว้จะตอบข้อสอบได้อย่างถูกต้อง ความแตกต่างระหว่างการรับรู้ของครูเกี่ยวกับความยากของข้อสอบนี้ยังแตกต่างกันไปตามระดับความรู้ของคำถามในข้อสอบด้วย ผลการวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะว่า ไม่เพียงแต่ควรพิจารณากระบวนการที่นักเรียนได้รับมอบหมายให้ไปอยู่ในระดับชั้น แต่ครูยังต้องมีความรู้ในเรื่องกระบวนการคิด ซึ่งรวมทั้งการประมาณค่าด้วย

แอน โดเกอร์ (Ann Dowker 1992: 45-55) ได้ทำวิจัยเรื่อง "กลวิธีประมาณค่าโดยการคำนวณของนักคณิตศาสตร์อาชีพ" ตัวอย่างประชากรเป็น นักคณิตศาสตร์บริสุทธ์ี จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบ การประมาณค่าของสี่วยและคณะ ซึ่งประกอบด้วยการประมาณค่าตอบของปัญหา การคูณ และการหาร 20 ข้อ และอธิบายกลวิธีที่ใช้ผลการวิจัยพบว่า นักคณิตศาสตร์ เป็นนักประมาณค่าที่ดี และใช้กลวิธีหลายอย่างคือใช้ 23 กลวิธีกับปัญหา 1 ปัญหา นักคณิตศาสตร์ทั้งหมดยกเว้น 2 คน ที่ใช้กลวิธีบางอย่างซึ่งคนอื่นไม่ได้ใช้กับปัญหา อย่างน้อย 1 ปัญหา เมื่อทิ้งช่วงเวลาไว้หลายเดือนจึงได้ทดสอบซ้ำกับนักคณิตศาสตร์ 18 คน พบว่านักคณิตศาสตร์ใช้กลวิธีที่แตกต่างกันในการทดสอบครั้งที่สอง จำนวน 9 ถึง 17 ข้อ ในปัญหา 20 ข้อ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย