บทที่ 5

การทดสอบบัฟเฟอร์แคช

การทดสอบบัฟเฟอร์แคชที่สร้างขึ้นมี 2 ส่วนคือ การทดสอบสมรรถนะการทำงานของบัฟเฟอร์แคช และการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์เมื่อติดตั้งบัฟเฟอร์แคช

5.1 การทดสอบการทำงานของบัฟเฟอร์แคช

บัฟเฟอร์แคชที่ทดลองสร้างขึ้นจำเป็นต้องทดสอบการทำงานเพื่อแสดงให้เห็นว่าบัฟเฟอร์แคชทำให้เวลาในการอ่านข้อมูลในดิสค์ดีขึ้นจริง และประมาณเวลาที่ดีขึ้นได้จากผลการทดสอบเพื่อเป็นแนวทางนำไปใช้ในการกำหนดจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกที่เหมาะสมกับงาน

5.1.1 การทำงานของบัฟเฟอร์แคช

สมรรถนะการทำงานของบัฟเฟอร์แคช ดูได้จากเวลาเข้าถึงข้อมูลเฉลี่ยของระบบปฏิบัติการที่ติดตั้งบัฟเฟอร์แคช เวลาเข้าถึงข้อมูลเฉลี่ยนี้ได้จากการวัดจากการทำงานของโปรแกรมทดสอบโดยที่เวลาเข้าถึงข้อมูลเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับเวลาเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ในบัฟเฟอร์บล็อกและเวลาเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ในดิสค์ดังนี้คือ

$$t_a = Ht_{a1} + (1 - H)t_{a2} \qquad (5.1)$$

เมื่อ t_a = เวลาเข้าถึงข้อมูลเฉลี่ย

t_{a1} = เวลาเข้าถึงข้อมูลที่มีอยู่ในบัฟเฟอร์

t_{a2} = เวลาเข้าถึงข้อมูลที่ไม่มีในบัฟเฟอร์

H = Hit Ratio

ค่า Hit Ratio คือโอกาสที่พบข้อมูลที่ต้องการในบัฟเฟอร์บล็อก ค่า Hit Ratio ขึ้นอยู่กับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกทั้งหมด, จำนวนบล็อกของกลุ่มข้อมูลในดิสค์ที่ถูกอ้างอิงในขณะนั้น, รวมทั้งลักษณะการอ้างอิงข้อมูล สำหรับการอ้างอิงแบบสุ่ม(Random)โดยที่ข้อมูลทุกๆบล็อก มีโอกาสที่ถูกอ้างอิงเท่าๆกัน ค่า Hit Ratio สำหรับการอ้างอิงแบบสุ่มคือ

$$H = \frac{N_b}{N_d} \qquad (5.2)$$

N_b = จำนวนบัฟเฟอร์บล็อก

N_d = จำนวนบล็อกของข้อมูล

5.1.2 วิธีการทดสอบการทำงานของบัฟเฟอร์แคช

จากสมการที่ 5.2 ค่า Hit Ratio มีค่าแปรตามอัตราส่วนระหว่างจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกกับจำนวนบล็อกของข้อมูลสำหรับการอ้างอิงข้อมูลแบบสุ่ม ดังนั้นบัฟเฟอร์แคชที่ทดสองสร้างขึ้นจะถูกทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรมทดสอบ เพื่อหาเวลาที่ใช้ไปในการอ่านข้อมูลตามแบบอ้างอิง (Reference Pattern)ที่กำหนดให้ โดยใช้จำนวนบัฟเฟอร์บล็อกระหว่าง 1 ถึง 20 บล็อกแบบอ้างอิงที่ใช้ในการทดสอบมี 6 แบบ เป็นแบบอ้างอิงแบบลำดับวน(Loop) 1 แบบและอีก 5 แบบเป็นแบบอ้างอิงแบบสุ่ม(Random)

5.1.3 ผลการทดสอบการทำงานของบัฟเฟอร์แคช

ผลการทดสอบการทำงานของบัฟเฟอร์แคช นำมาเขียนเป็นกราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลตามแบบอ้างอิงกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกดังรูปที่ 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, และ 5.6

5.1.4 สรุปผลการทดสอบการทำงานของบัฟเฟอร์แคช

จากการทดสอบการอ่านข้อมูลผ่านบัฟเฟอร์แคชใน Hard-Disk,Floppy Disk 5.25" และ Floppy Disk 3.5" ตามแบบอ้างอิงแบบลำดับวน เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลเมื่อจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกน้อยกว่าจำนวนบล็อกของข้อมูล(ระหว่าง 1 บล็อกถึง 19 บล็อก)จะไม่เปลี่ยนแปลง แต่จะลดลงเมื่อจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกเท่ากับจำนวนบล็อกของข้อมูล เนื่องจากขณะที่บัฟเฟอร์บล็อก

มีจำนวนบล็อกน้อยกว่าจำนวนบล็อกของข้อมูล เมื่อโปรแกรมทดสอบอ่านข้อมูลวนกลับมารอบใหม่ บล็อกข้อมูลบล็อกแรกๆจะถูกแทนที่ด้วยบล็อกข้อมูลบล็อกท้ายๆ ทำให้บัฟเฟอร์แคชต้องอ่านข้อมูลจากดิสค์ขึ้นมาใหม่ทุกครั้งที่มีการอ่านข้อมูล แต่เมื่อจำนวนบัฟเฟอร์เท่ากับจำนวนบล็อกของข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดจะถูกอ่านเข้าไปเก็บไว้ในบัฟเฟอร์บล็อกทำให้การอ่านข้อมูลรอบหลังๆเป็นการอ่านข้อมูลในบัฟเฟอร์บล็อกทั้งหมด เวลาในการอ่านข้อมูลจะน้อยกว่า

จากการทดสอบการอ่านข้อมูลผ่านบัฟเฟอร์แคชใน Hard Disk,Floppy Disk 5.25" และ Floppy Disk 3.5" ตามแบบอ้างอิงแบบสุ่ม เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจะลดลงเมื่อจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลลดลงเป็นสัดส่วนเมื่อเทียบกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก เมื่อจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกเท่ากับจำนวนบล็อกของข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดจะถูกอ่านเข้ามาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์บล็อก การอ่านข้อมูลจะเป็นการอ่านข้อมูลในบัฟเฟอร์บล็อกทั้งหมด

ถ้าให้เวลาเข้าถึงข้อมูลเมื่อไม่มีการตั้งบัฟเฟอร์แคชเป็นเวลาเข้าถึงข้อมูลในดิสค์ เวลาเข้าถึงข้อมูลเมื่อบัฟเฟอร์แคชมีจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกเท่ากันกับจำนวนบล็อกของกลุ่มข้อมูลที่ถูกอ้างอิงขณะนั้น(20 บล็อก) และให้ค่า Hit Ratio ที่ได้จากการทดสอบการอ่านข้อมูลตามแบบอ้างอิงคือ

$$H = \frac{t_d - t_a}{t_d - t_c} \qquad (5.3)$$

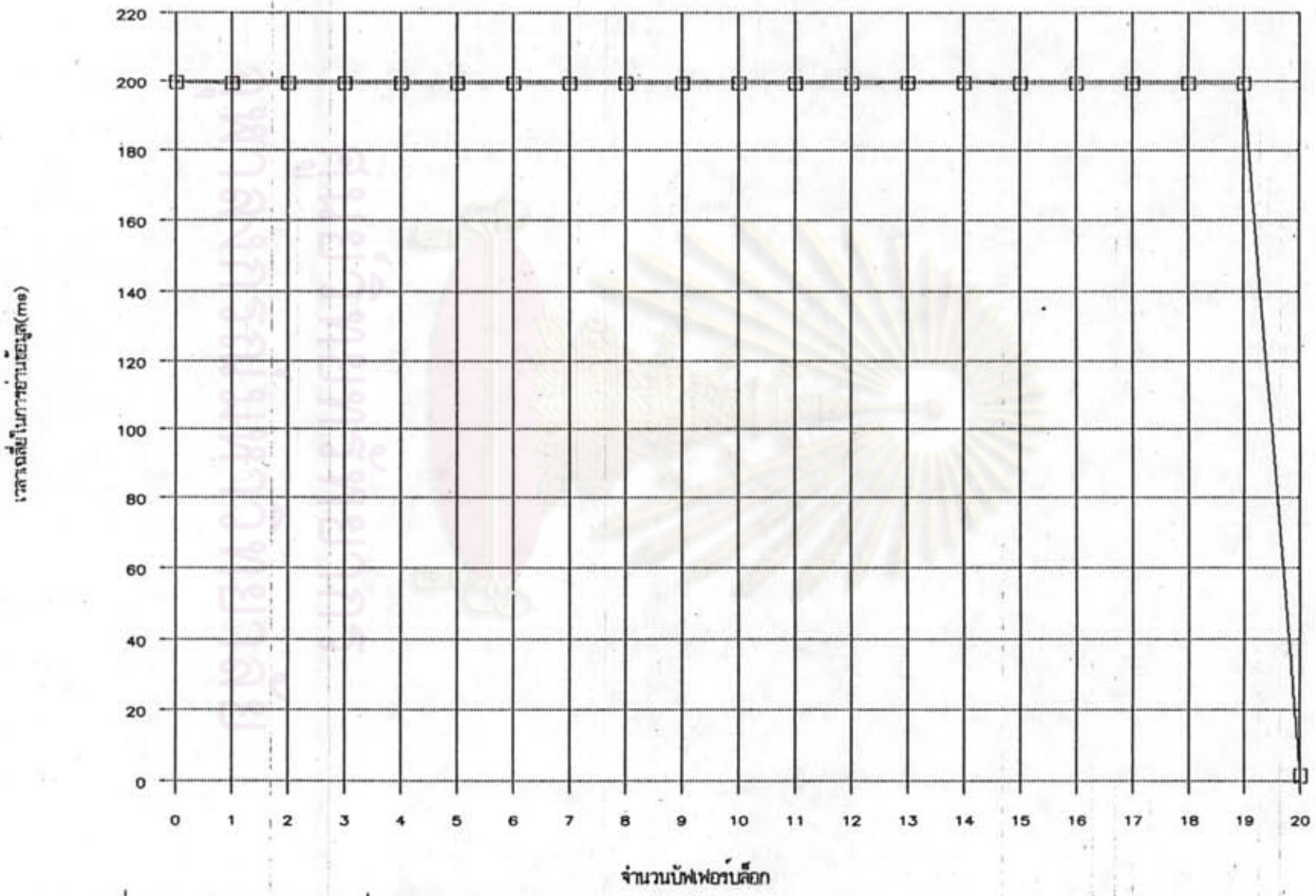
H = Hit Rate

t_a = เวลาเข้าถึงข้อมูลเฉลี่ย

t_c = เวลาเข้าถึงข้อมูลในบัฟเฟอร์บล็อก

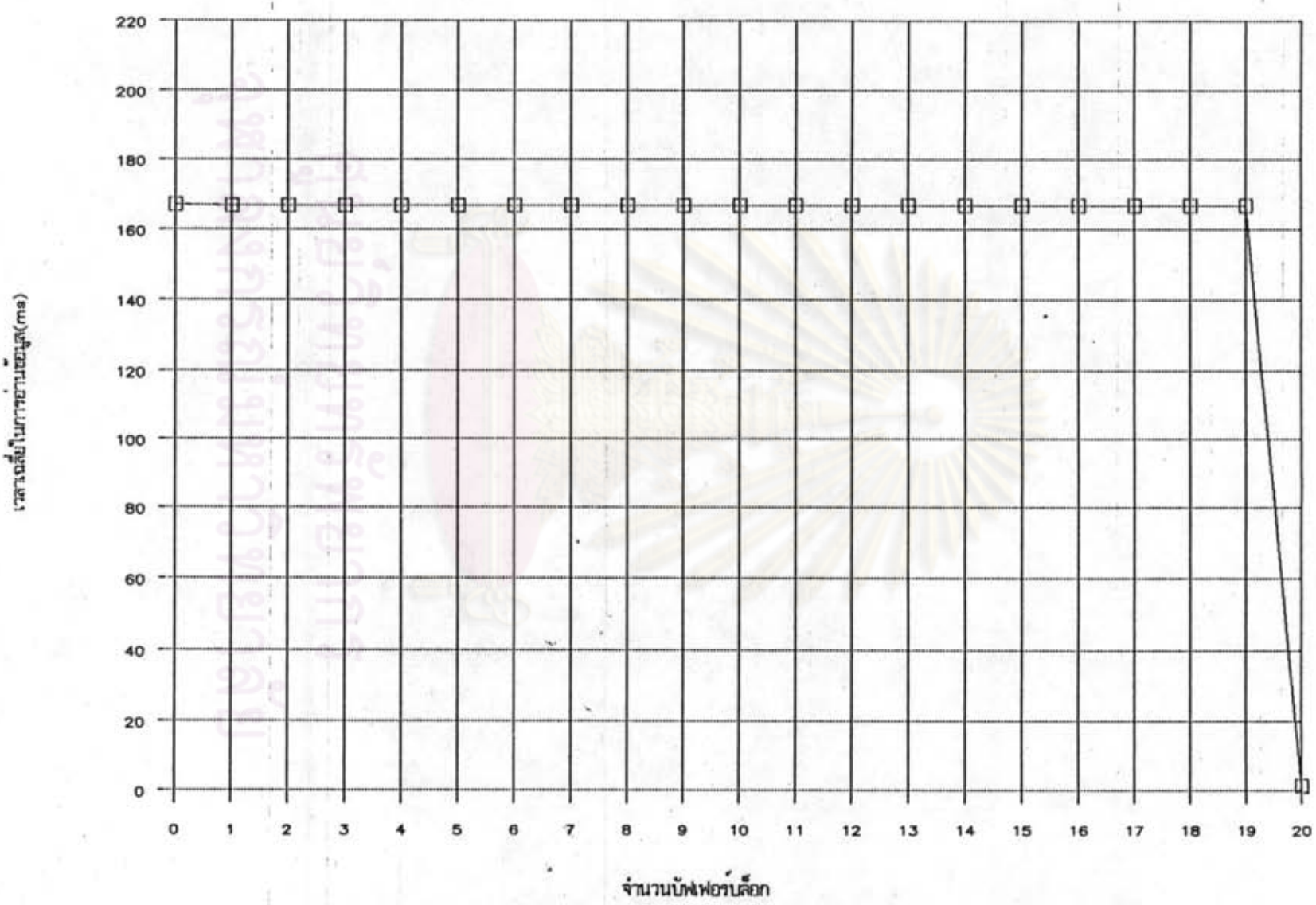
t_d = เวลาเข้าถึงข้อมูลในดิสค์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

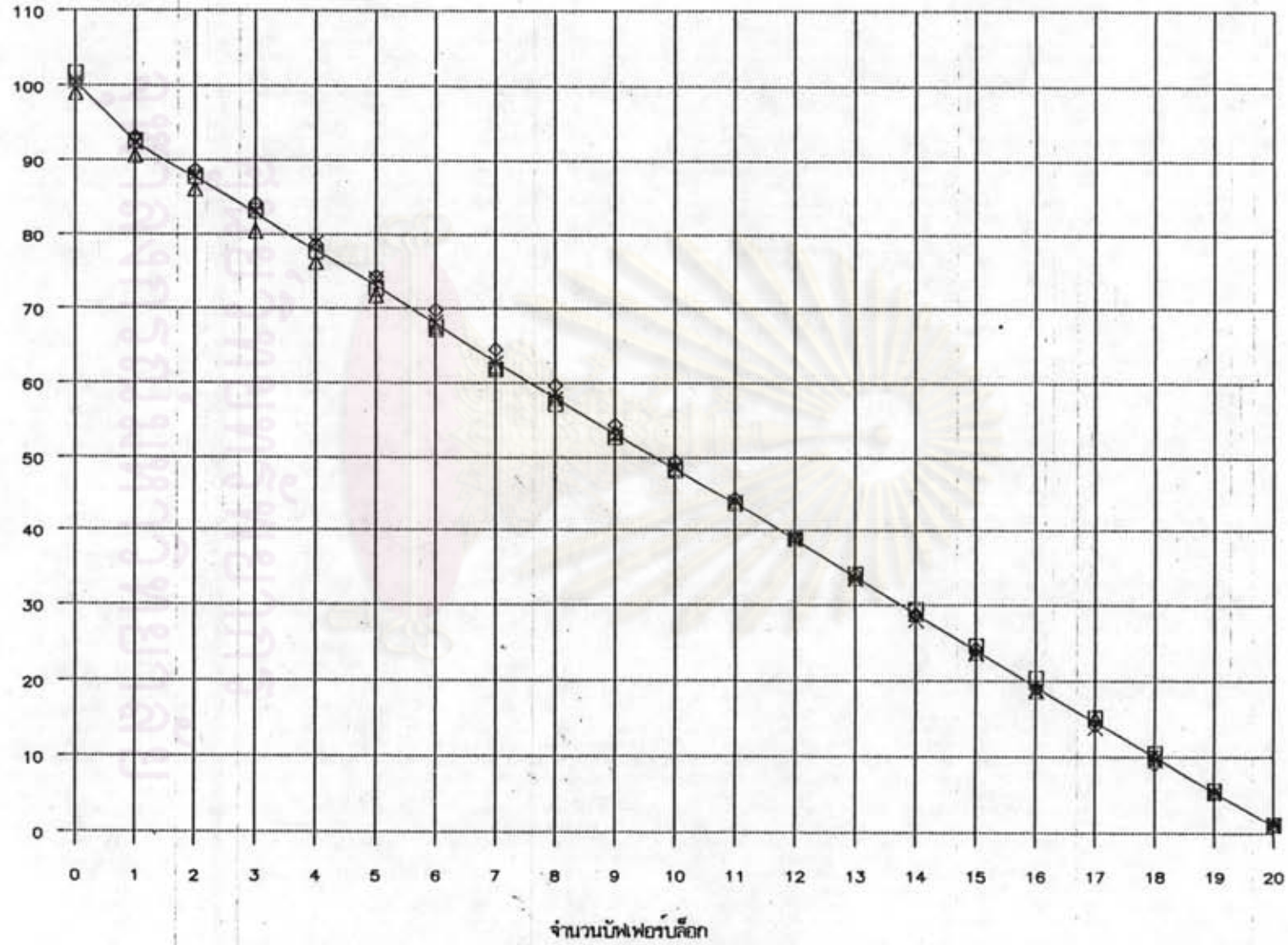


รูปที่ 5.1 กราฟแสดง เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 3.5" ตามแบบอ้างอิงแบบลำดับวนกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก

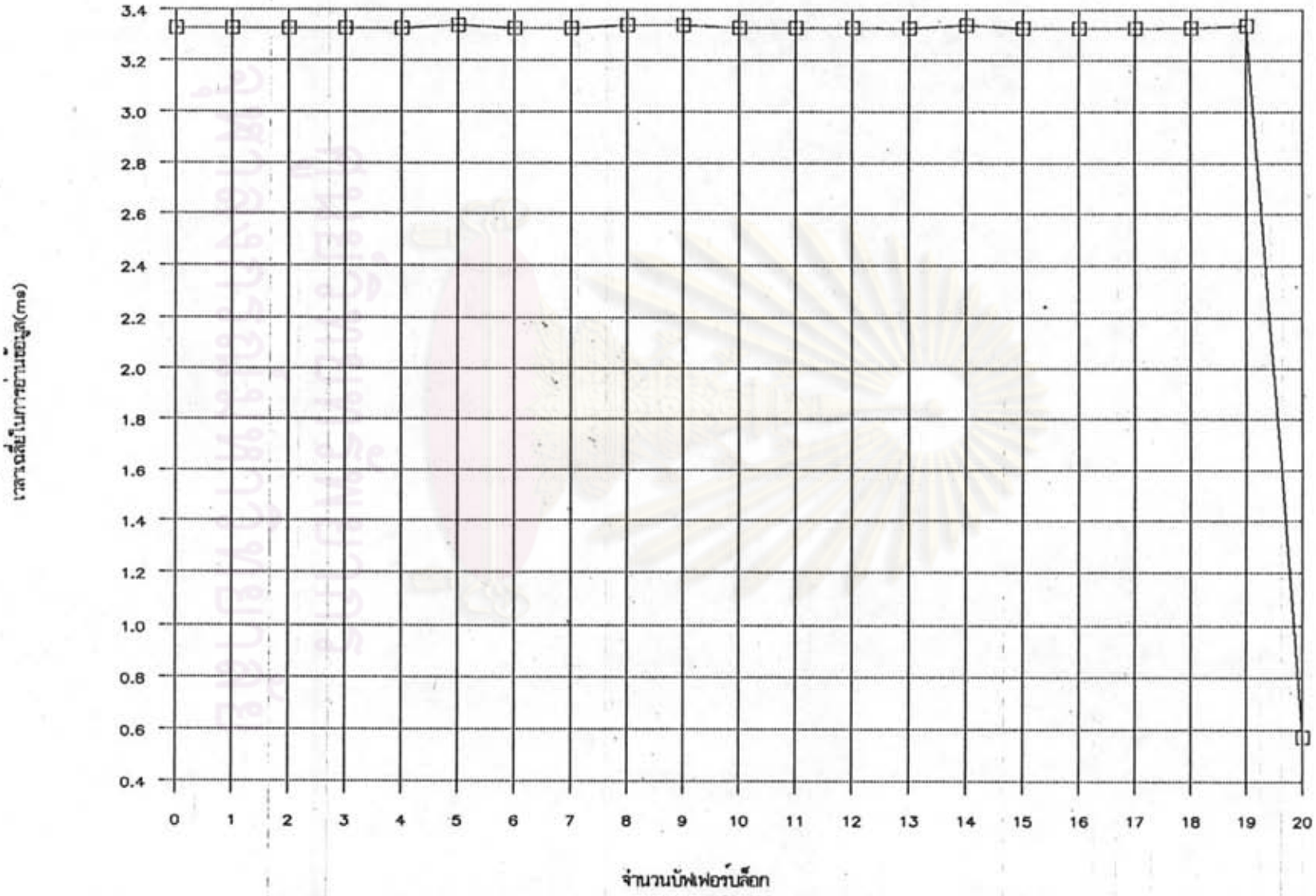
รูปที่ 5.2 กราฟแสดง เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 3.5" ตามแบบอ้างอิงแบบสุ่มกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



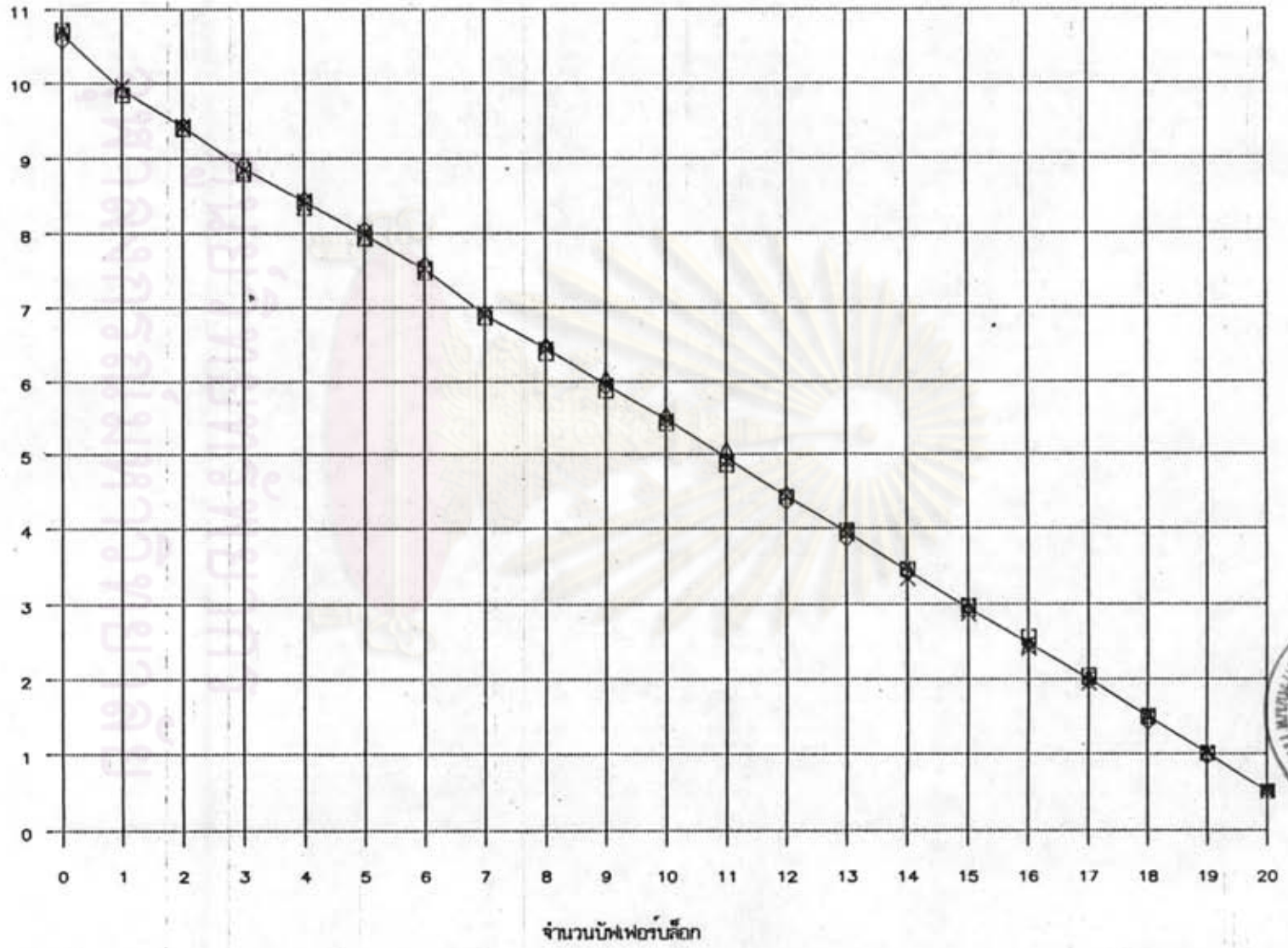
รูปที่ 5.3 กราฟแสดง เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 5.25" ตามแบบอ้างอิงแบบลำดับวนกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



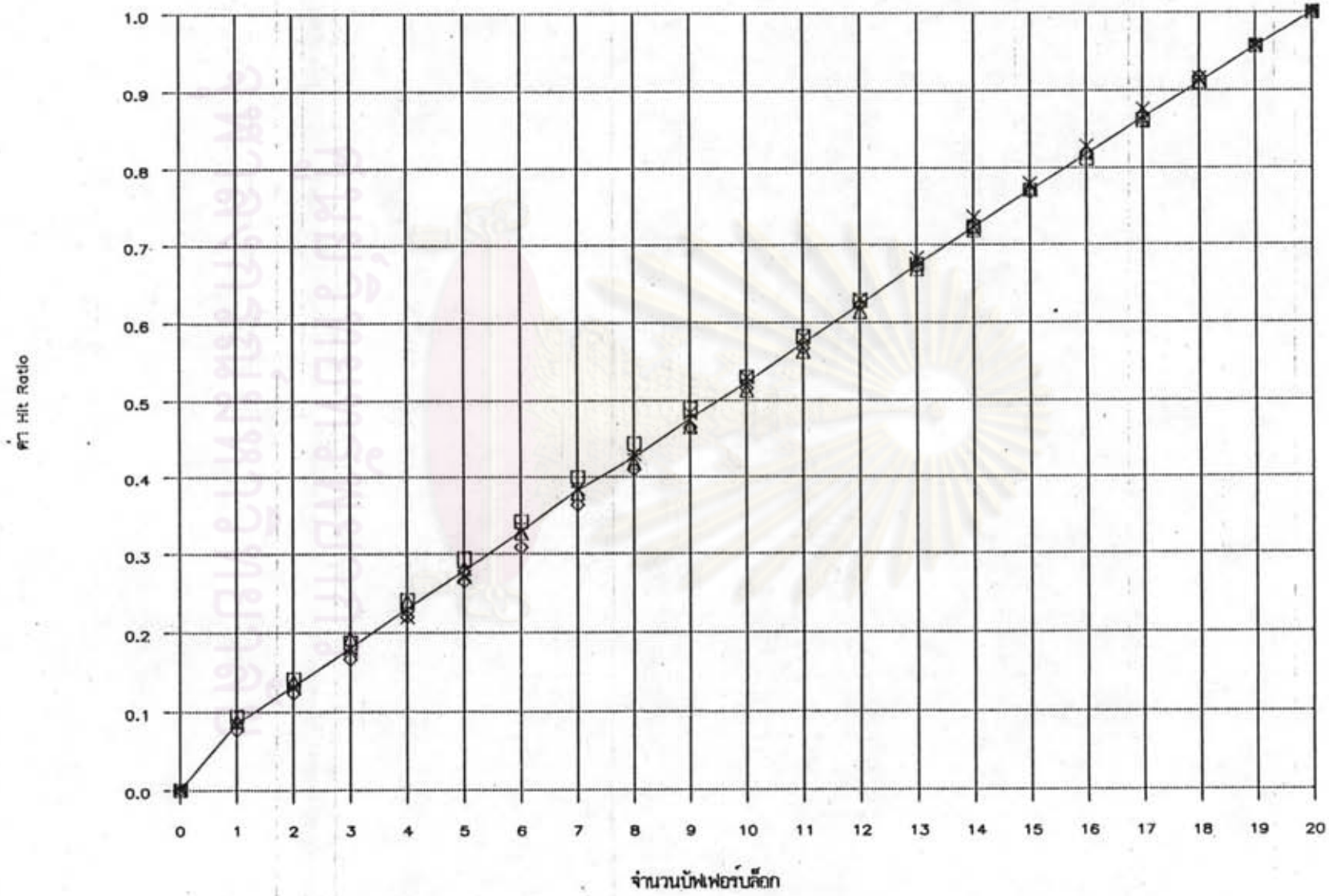
รูปที่ 5.4 กราฟแสดง เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 5.25" ตามแบบอ้างอิงแบบสุ่มกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



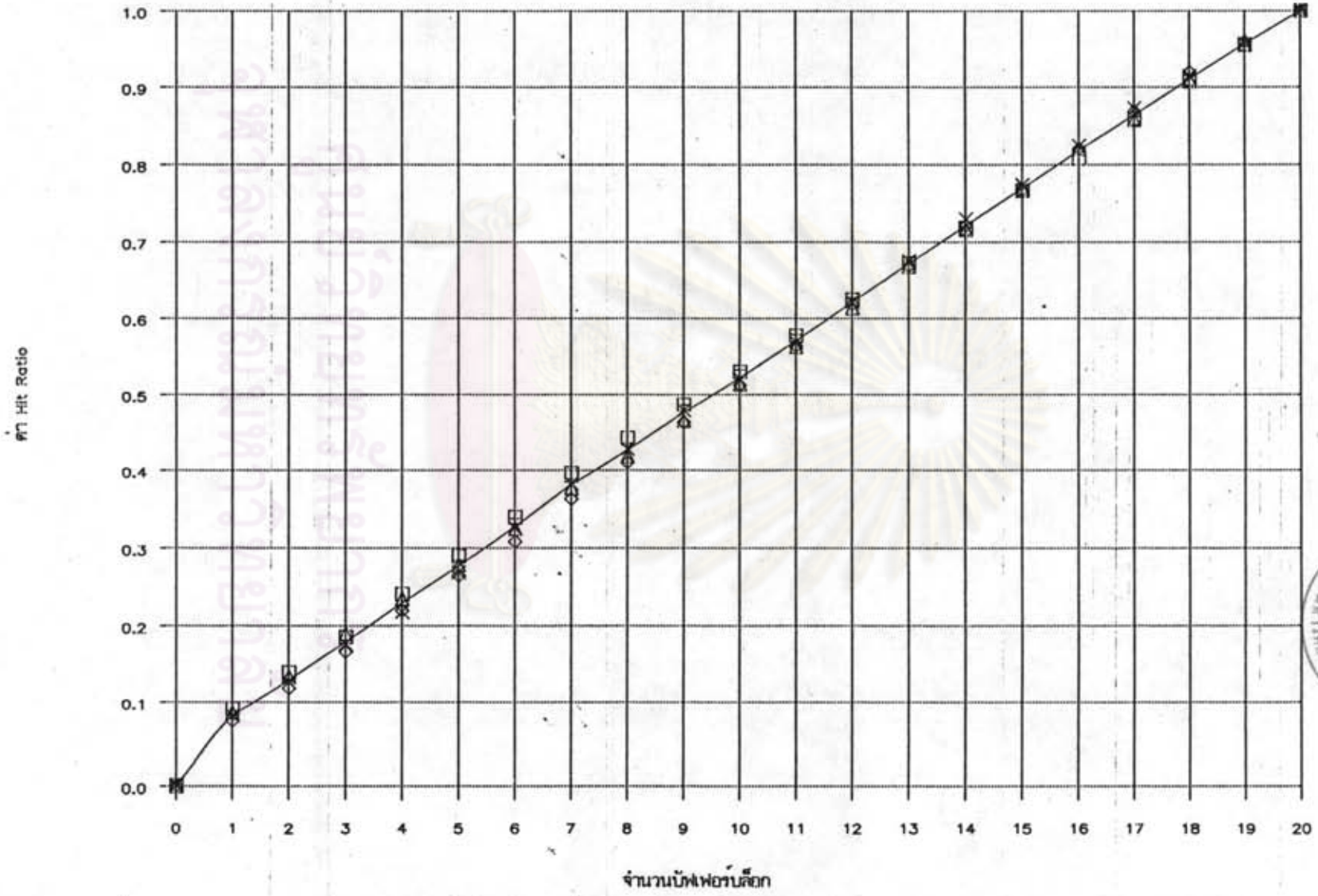
รูปที่ 5.5 กราฟแสดง เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก Hard Disk ตามแบบอ้างอิงแบบลำดับวนกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



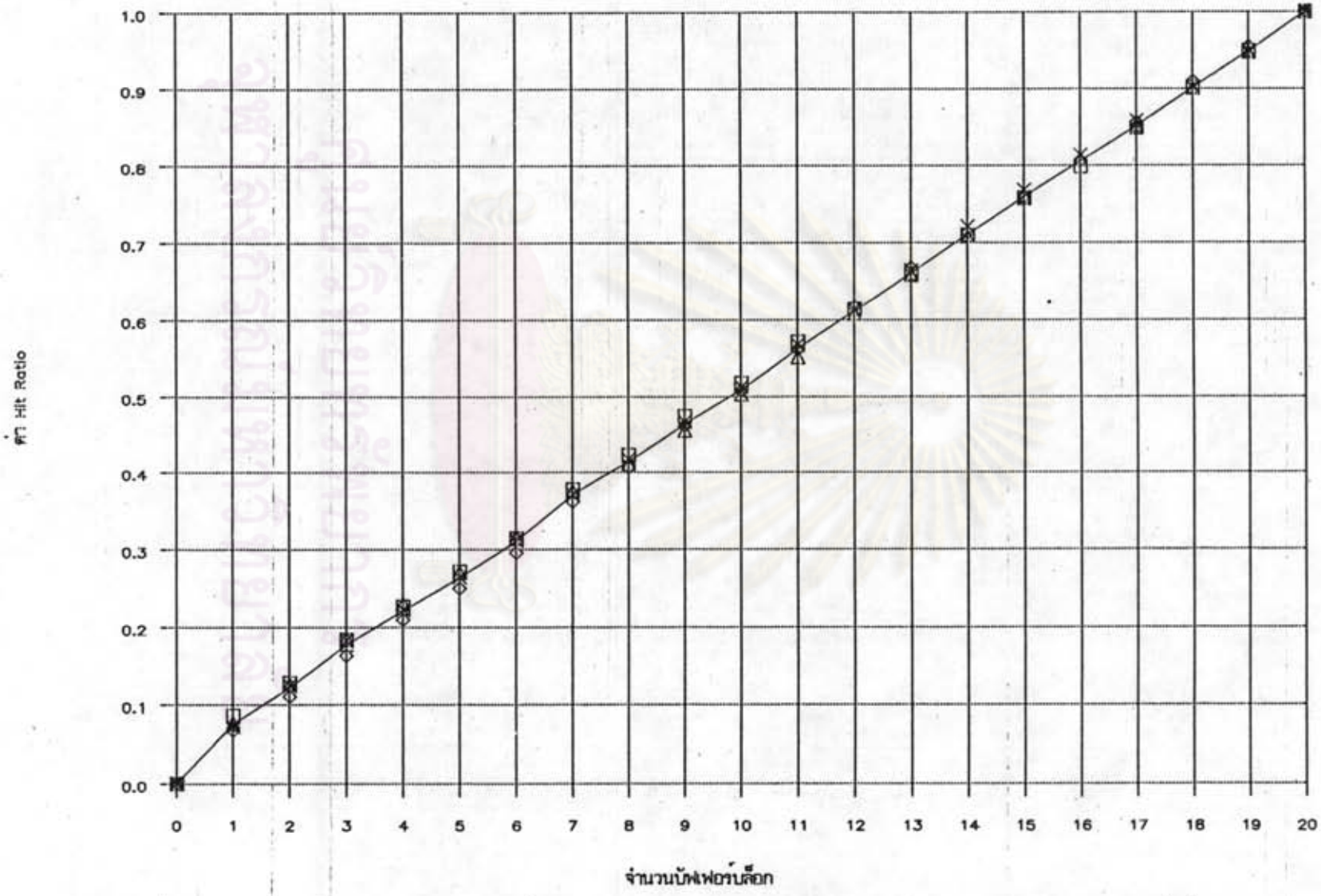
รูปที่ 5.6 กราฟแสดง เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก Hard Disk ตามแบบอ้างอิงแบบสุ่มกับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



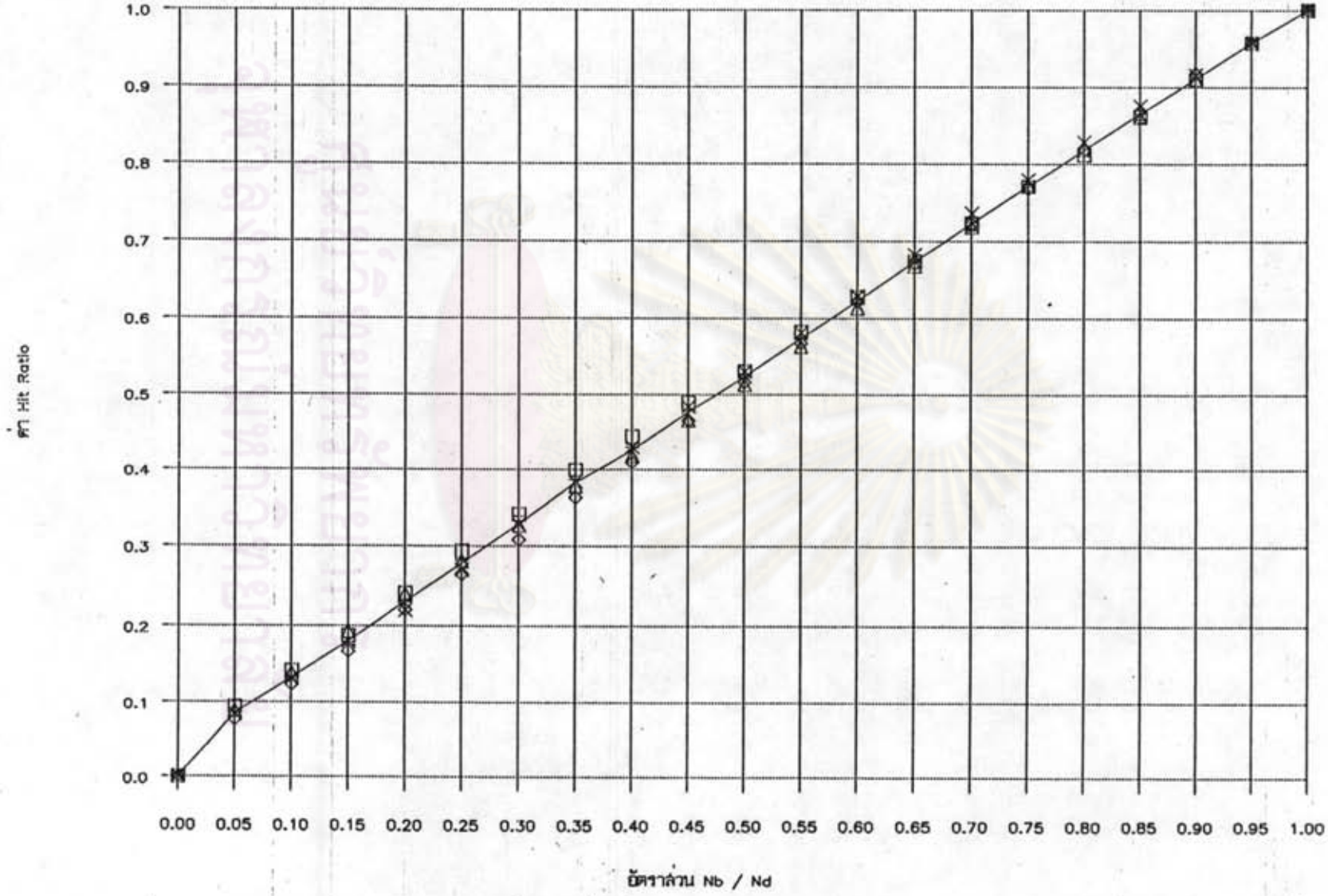
รูปที่ 5.7 กราฟแสดง ค่า Hit Ratio ที่ได้จากการทดสอบการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 3.5" กับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



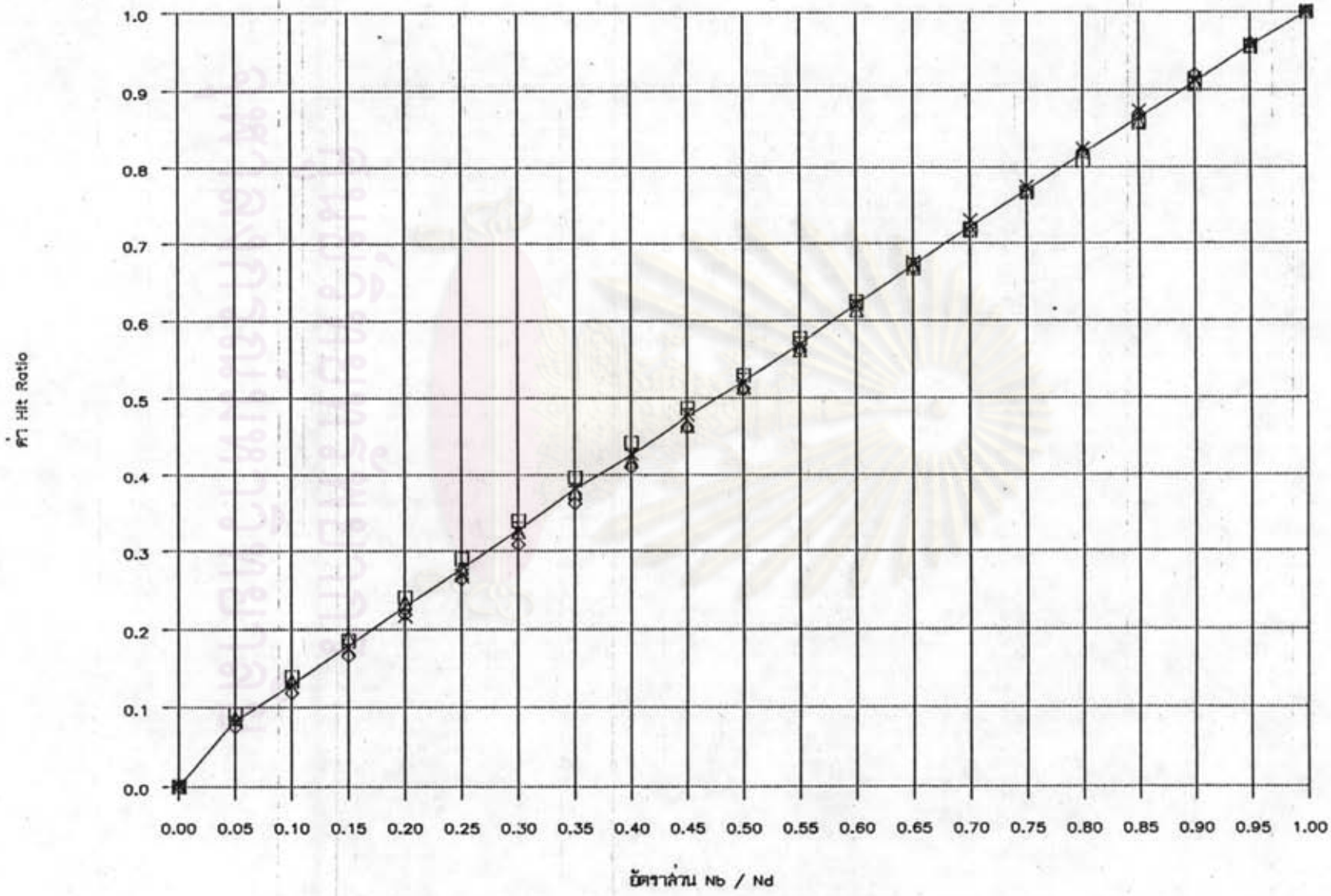
รูปที่ 5.8 กราฟแสดง ค่า Hit Ratio ที่ได้จากการทดสอบการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 5.25" กับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



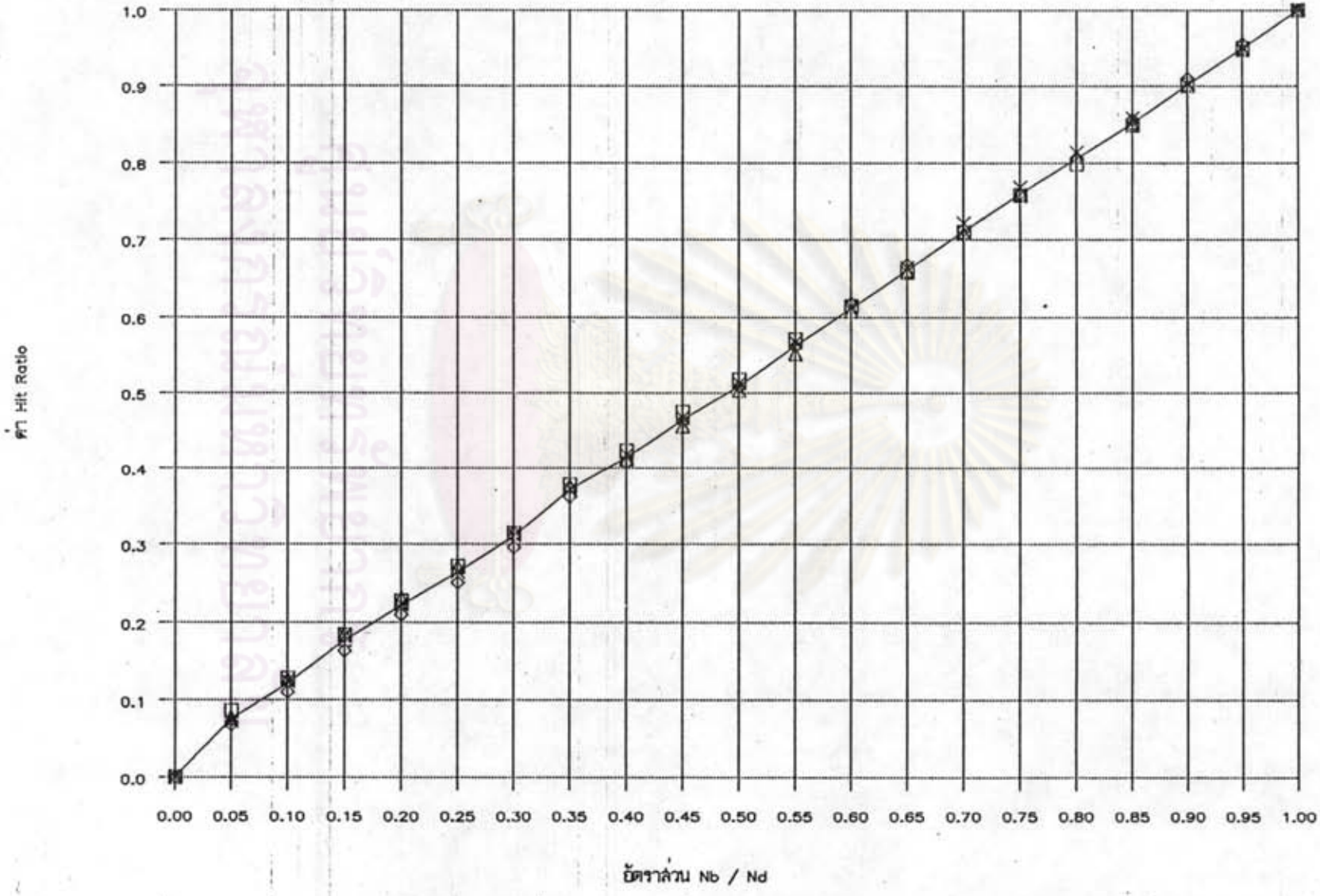
รูปที่ 5.9 กราฟแสดง ค่า Hit Ratio ที่ได้จากการทดสอบการอ่านข้อมูลจาก Hard Disk กับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



รูปที่ 5.10 กราฟแสดง ค่า Hit Ratio ที่ได้จากการทดสอบการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 3.5" กับอัตราส่วน Nb /Nd



รูปที่ 5.11 กราฟแสดง ค่า Hit Ratio ที่ได้จากการทดสอบการอ่านข้อมูลจาก Floppy Disk 5.25" กับอัตราส่วน Nb /Nd



รูปที่ 5.12 กราฟแสดง ค่า Hit Ratio ที่ได้จากการทดสอบการอ่านข้อมูลจาก Hard Disk กับอัตราส่วน Nb /Nd

ค่า Hit Ratio ที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.7, 5.8, และ 5.9 ค่า Hit Ratio ที่ได้ใกล้เคียงกับอัตราส่วนระหว่างจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกกับจำนวนบล็อกของกลุ่มข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 5.10, 5.11, 5.12

5.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์เมื่อติดตั้งบัฟเฟอร์แคช

โปรแกรมประยุกต์ที่ถูกทดสอบการทำงาน เมื่อทำงานกับระบบปฏิบัติการ MS-DOS ที่ติดตั้งบัฟเฟอร์แคช เป็นโปรแกรมที่ทำงานกับฐานข้อมูล มีการอ้างอิงข้อมูลในไฟล์ข้อมูลจำนวนมาก ตัวอย่างโปรแกรมประเภทนี้ตัวอย่างหนึ่งได้แก่โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล dbase III plus

ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์เมื่อติดตั้งบัฟเฟอร์แคช โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการทดสอบคือโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล dBase III plus การทดสอบกระทำโดยการติดตั้งบัฟเฟอร์แคชให้บัฟเฟอร์บล็อกจำนวนตั้งแต่ 2 ถึง 40 บล็อกและให้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล dBase III plus ทำงานดังนี้

1. อ่านข้อมูลจากไฟล์ข้อมูล
2. เขียนข้อมูลในไฟล์ข้อมูล
3. อ่านข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลโดยใช้ไฟล์ดัชนีช่วย
4. เขียนข้อมูลในแฟ้นข้อมูลโดยใช้ไฟล์ดัชนีช่วย

ไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ มีข้อมูลจำนวน 1280 Record แต่ละ Record มีความยาว 8 ตัวอักษร ข้อมูลในไฟล์ข้อมูลไม่เรียงตามลำดับข้อมูล และเมื่อใช้ไฟล์ดัชนีช่วยในการอ่าน/เขียนข้อมูลจะทำให้เกิดการอ่าน/เขียนข้อมูลในไฟล์ข้อมูลใกล้กับการอ้างอิงแบบสุ่มขึ้น

5.2.1 ผลการทดสอบ

การทดสอบการอ่านข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลเรียงตามลำดับตั้งแต่ข้อมูล Record แรกไปถึง Record สุดท้ายทำได้โดยการเปิดไฟล์ข้อมูล อ่านข้อมูลขึ้นมาทีละ Record ลงในตัวแปรจนหมด

ไฟล์ข้อมูลและจับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นอ่านข้อมูลจนหมดไฟล์ข้อมูล การทดสอบกระทำโดยการเปลี่ยนแปลงจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกไปด้วยจากไม่ใช้บัฟเฟอร์แคช จนถึงติดตั้งบัฟเฟอร์แคชโดยที่ใช้บัฟเฟอร์บล็อก 40 บล็อกโดยเพิ่มขึ้นทีละ 2 บล็อก

การทดสอบการเขียนข้อมูลในไฟล์ข้อมูลเรียงตามลำดับตั้งแต่ข้อมูล Record แรกไปถึง Record สุดท้ายทำได้โดยการเปิดไฟล์ข้อมูล และเขียนข้อมูลจากตัวแปรลงทีละ Record จนหมดไฟล์ข้อมูลและจับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นเขียนข้อมูลจนหมดไฟล์ข้อมูล การทดสอบกระทำโดยการเปลี่ยนแปลงจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกไปด้วย

การทดสอบการอ่านข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลโดยใช้ไฟล์ดัชนีช่วยทำโดยการเปิดไฟล์ข้อมูลและใช้ไฟล์ดัชนีช่วยอ่านข้อมูลขึ้นมาทีละ Record ลงในตัวแปรจนหมดไฟล์ข้อมูล และจับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นอ่านข้อมูลจนหมดไฟล์ข้อมูล การทดสอบกระทำโดยการเปลี่ยนแปลงจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกไปด้วย

การทดสอบการเขียนข้อมูลในไฟล์ข้อมูลโดยใช้ไฟล์ดัชนีช่วยทำโดยการเปิดไฟล์ข้อมูลและใช้ไฟล์ข้อมูลดัชนีช่วยและเขียนข้อมูลจากตัวแปรลงทีละ Record จนหมดไฟล์ข้อมูล จับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นเขียนข้อมูลจนหมดไฟล์ข้อมูล การทดสอบกระทำโดยการเปลี่ยนแปลงจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกไปด้วย

5.2.2 สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 5.13 จะเห็นว่าผลการทดสอบการอ่านและการเขียนข้อมูลในแฟ้นข้อมูลเรียงตามลำดับตั้งแต่ข้อมูล Record แรกถึง Record สุดท้ายจะไม่ดีขึ้น ส่วนผลการทดสอบการอ่านและการเขียนข้อมูลในไฟล์ข้อมูลโดยใช้ไฟล์ดัชนีช่วยจะดีขึ้นเมื่อจำนวนบัฟเฟอร์บล็อกมากขึ้น แสดงว่าบัฟเฟอร์แคชช่วยให้การทำงานของโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล dBase III plus ดีขึ้น ถึงแม้ว่าบัฟเฟอร์แคชที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบจะเป็นบัฟเฟอร์แคชแบบ Write Through ซึ่งไม่ได้ช่วยให้การเขียนข้อมูลดีขึ้นก็ตาม แต่บัฟเฟอร์แคชที่สร้างขึ้นเป็นส่วนที่เสริมการทำงานของ Disk-BIOS การจัดการไฟล์ข้อมูลเป็นหน้าที่ของระบบปฏิบัติการโดย File System การเขียนข้อมูลลงไฟล์ข้อมูลจะต้องอ่านข้อมูลเก่าขึ้นมาเป็นบล็อก(เซกเตอร์)ทำการเปลี่ยนข้อมูลเฉพาะส่วน

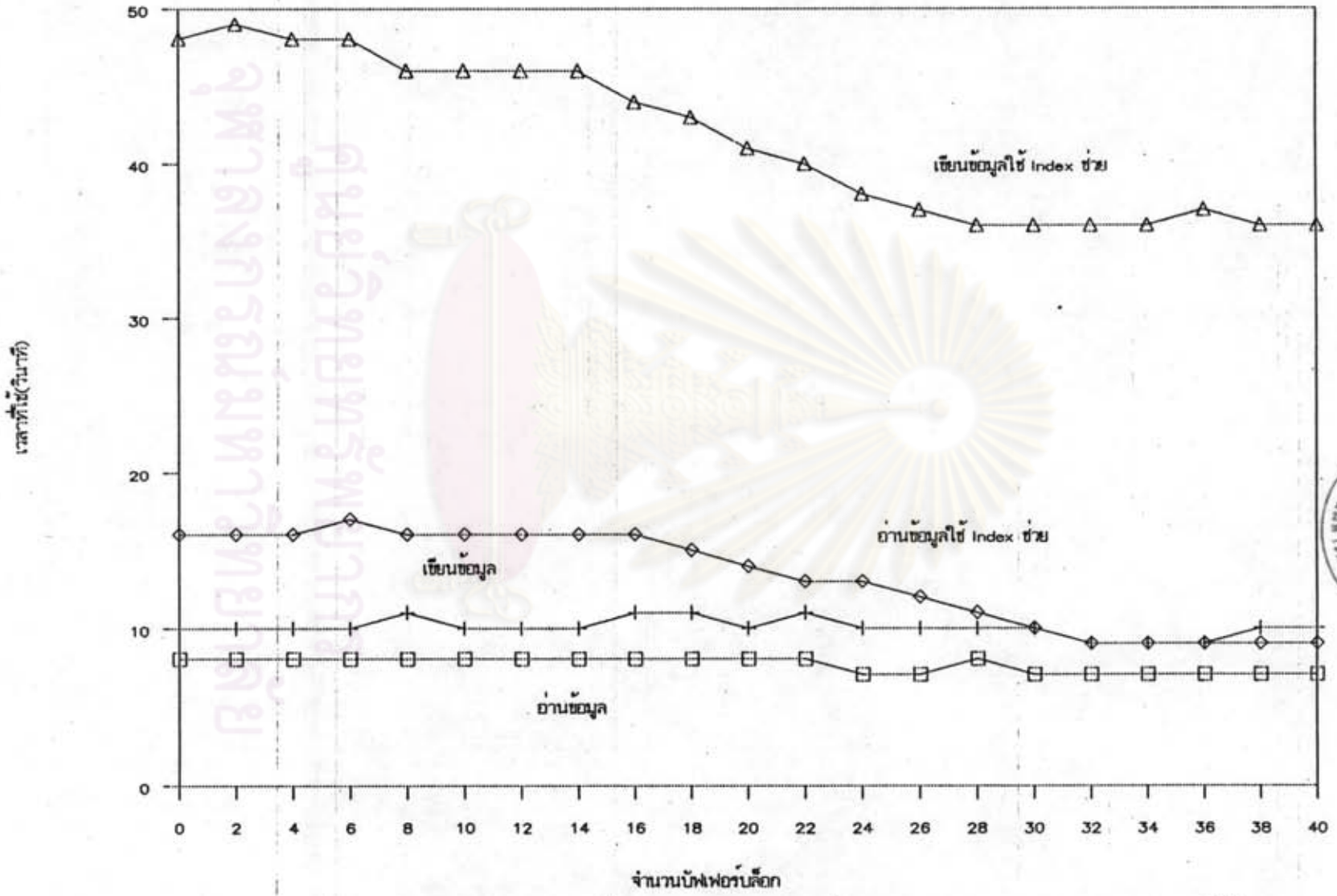
ที่ต้องเปลี่ยนแปลงแล้วเขียนข้อมูลทั้งบล็อกลงดิสค์ การเขียนข้อมูลลงไฟล์ข้อมูลของโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล dBase III plus จะได้ประโยชน์จากการอ่านข้อมูลที่ดีขึ้นจากบัฟเฟอร์แคชด้วย

การทำงานของโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล dBase III plus ดีขึ้น แต่ไม่มากเนื่องจากโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล dBase III plus เป็น Interpreter เวลาที่เสียให้ในการแปลคำสั่งมาก ผลของบัฟเฟอร์แคชปรากฏออกมาให้เห็นได้ชัดเมื่อใช้งานกับ Clipper ซึ่งเป็น Compiler ดังรูปที่ 5.14

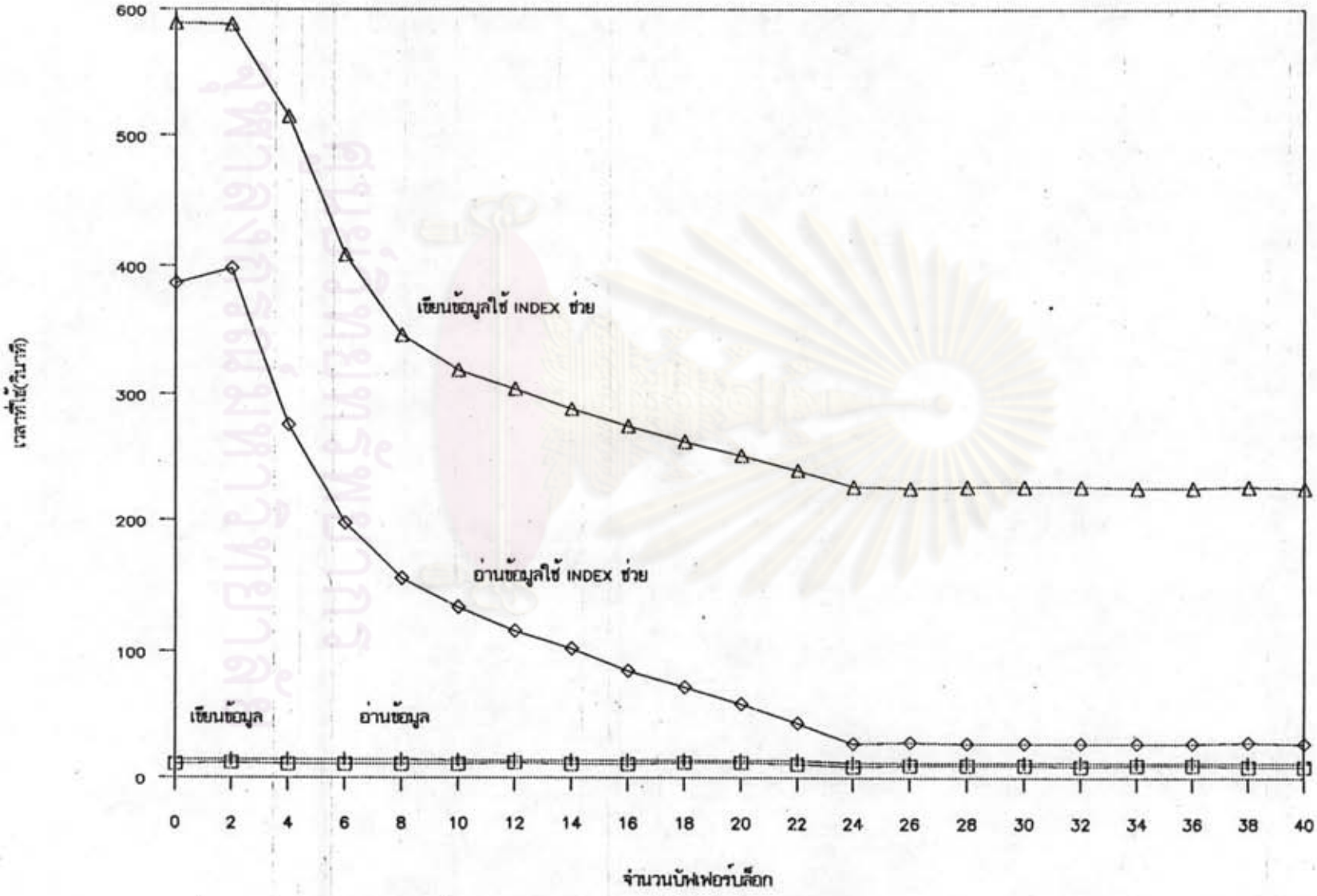
โดยทั่วๆไป ฐานข้อมูลหนึ่งๆมักจะประกอบด้วยไฟล์ข้อมูลจำนวนมาก เมื่อโปรแกรมประยุกต์ทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล โปรแกรมประยุกต์จะไม่ใช้ข้อมูลจากไฟล์ทุกๆไฟล์ แต่จะใช้ข้อมูลเพียงบางไฟล์ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น จะเห็นว่าโปรแกรมประยุกต์จะใช้ข้อมูลเพียงกลุ่มเดียวคือไฟล์ที่โปรแกรมประยุกต์เปิดใช้ในขณะนั้น ดังนั้นถ้าต้องการให้บัฟเฟอร์แคชช่วยให้โปรแกรมประยุกต์ทำงานได้ดีขึ้น บัฟเฟอร์แคชควรมีบัฟเฟอร์บล็อกจำนวนมากพอที่จะเก็บข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลที่โปรแกรมประยุกต์เปิดใช้ในขณะนั้นได้หมด

การทำงานกับข้อมูลในไฟล์ข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์โดยทั่วๆไปจะเป็นการอ่านข้อมูลมาทีละ 1 Record ทำการประมวลผลกับข้อมูลใน Record นั้น แล้วเขียนข้อมูล Record นั้นคืนไฟล์ข้อมูลถ้าข้อมูลนั้นมีการเปลี่ยนแปลง ในกรณีที่มีการใช้ไฟล์ข้อมูลที่ซับซ้อนขึ้นก็จะเป็นการนำข้อมูลใน Record นั้นบาง Field มาเป็นข้อมูลในการหาข้อมูลในไฟล์ข้อมูลอื่นๆ ซึ่งเป็นลักษณะของฐานข้อมูลสัมพันธ์(Relational Data Base) การค้นหาข้อมูลในไฟล์ข้อมูลอีกไฟล์หนึ่งมักจะใช้ดัชนี(Index)เข้าช่วย ทำให้เกิดการอ้างอิงข้อมูลในไฟล์ใหม่แบบสุ่มขึ้น กรณีนี้บัฟเฟอร์แคชจะช่วยให้การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ดีขึ้น

นอกจากนี้แล้วเมื่อไฟล์ข้อมูลมีขนาดใหญ่มากๆ การจัดเรียงลำดับข้อมูลในไฟล์ข้อมูลทำได้ยากและถ้าต้องการการประมวลผลเรียงไปตามลำดับข้อมูลด้วยแล้วจะมีการทำไฟล์ดัชนีเข้าช่วย การทำงานของโปรแกรมประยุกต์กับไฟล์แบบนี้จะทำให้เกิดการอ้างอิงข้อมูลในไฟล์ใกล้แบบสุ่มมาก กรณีนี้คือกรณีที่ใช้ในการทดสอบข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นได้ว่าบัฟเฟอร์แคชช่วยให้การทำงานดีขึ้น



รูปที่ 5.13 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานงานหนึ่งโดยโปรแกรมประยุกต์ dBASE III plus กับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก



รูปที่ 5.14 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานงานหนึ่งโดยโปรแกรมประยุกต์ CLIPPER กับจำนวนบัฟเฟอร์บล็อก