บทที่ 4

การจำลองแบบปัญหาระบบงาน

4.1 คำจำกัดความของระบบงาน

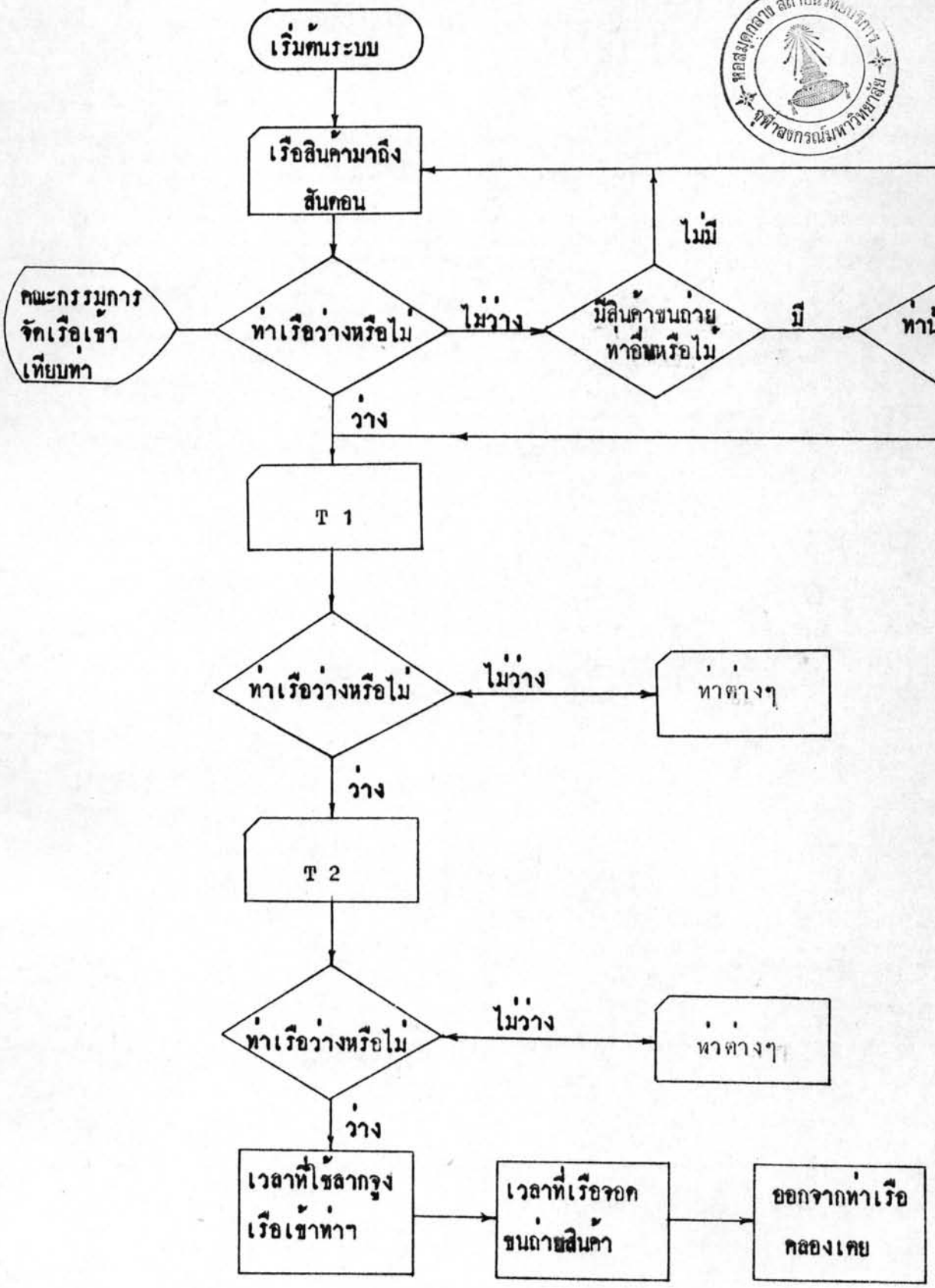
เรือสินค้าทั่ว ๆ ไป ที่จะเข้าทำการขนถ่ายสินค้าที่ท่าเรือคลองเตย เมื่อพิจารณาตามคำขอที่ทางฝ่ายตัวแทนหรือเจ้าของเรือสินค้ายื่นขอต่อฝ่ายการท่าการท่าเรือแห่งประเทศไทย แยกตามจุดที่จอดเรือสินค้าจุดสุดท้ายก่อนที่จะเข้าเทียบท่าเรือคลองเตย พอจำแนกได้ดังนี้ คือ

- เรือจากสันดอนเข้าเทียบท่าเรือคลองเตย
- เรือจากทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำเข้าเทียบท่าเรือคลองเตย
- เรือจากท่าเทียบเรือสินค้าของเอกชนเข้าเทียบท่าเรือคลองเตย

สำหรับเรือสินค้าที่มาจากทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำ และเรือสินค้าที่มาจากท่าเรือของเอกชนเดิมทีก็ต้องจอดรออยู่ที่สันดอน แต่เนื่องจากท่าเรือคลองเตยยังไม่มีท่าว่างและเรือสินค้าเหล่านี้มีสินค้าบางอย่างที่สามารถทำการขนถ่ายสินค้าข้างลำและอาจมีสินค้าที่จำเป็นจะต้องขนถ่ายที่ท่าเรือของเอกชน เรือเหล่านี้จึงขอเข้าเทียบยังท่าต่าง ๆ ดังกล่าวก่อน เพื่อมิให้เสียเวลา ภายหลังที่เรือสินค้าเหล่านี้ทำการขนถ่ายสินค้าเหล่านั้นเรียบร้อยก็จะขอนำสินค้าที่เหลือเข้าทำการขนถ่ายที่ท่าเรือคลองเตย ดังนั้นในแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะมีการมาของเรือสินค้าที่เข้ามาในระบบงาน 2 ทางด้วยกันคือ เรือสินค้าที่มาจากสันดอนทางหนึ่งและเรือสินค้าที่มาจากทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำและท่าเทียบเรือสินค้าต่าง ๆ อีกทางหนึ่ง

เมื่อเรือสินค้าเดินทางมาถึงสันดอนบางครั้งอาจจะไม่สามารถผ่านสันดอนเข้าเทียบท่าได้ทันที ทั้งนี้เนื่องจากท่าเรือคลองเตยมีเรือสินค้าจอดอยู่เต็มท่า เรือสินค้าเหล่านี้มีสินค้าที่จะทำการขนถ่ายสินค้าข้างลำหรือขนถ่ายที่ท่าของเอกชน หากมีท่าว่างก็จะได้รับอนุญาตให้ผ่านเข้าไปได้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.1 แสดงแผนผังการดำเนินงานของเรือสินค้าเข้าขนถ่ายสินค้าที่ท่าเรือคลองเตย

เมื่อท่าเรือคลองเตยมีท่าว่างพนักงานนำร่องก็จะนำเรือสินค้าที่ต้องการเข้าเทียบผ่านสันดอนร่องน้ำเข้ามาจนถึงด่านศุลกากรปากแม่น้ำ ซึ่งมีระยะทาง 18 กม. หลังจากนั้นก็จะวิ่งตามลำน้ำเจ้าพระยาเข้ามาจนถึงบริเวณหน้าท่าเทียบเรือคลองเตยเป็นระยะทาง 28 กม. เมื่อถึงหน้าท่าเทียบเรือคลองเตยก็จะมีเรือลากจูงเรือเข้าเทียบยังท่าที่กำหนดไว้ เพื่อทำการขนถ่ายสินค้าต่อไป หลังจากที่ขนถ่ายสินค้าเสร็จเรียบร้อยก็จะออกจากท่าไป

จากคำจำกัดความของระบบงาน เมื่อนำมาเขียนเป็นแผนผังการดำเนินงาน จะเขียนได้ดังแสดงในรูป 4.1

จากรูป 4.1

- ท่าเรือ หมายถึง ท่าเทียบเรือคลองเตย
- เรือสินค้า หมายถึง เรือสินค้าที่มีสินค้าจะต้องขนถ่ายที่ท่าเรือคลองเตย
- ท่าต่าง ๆ หมายถึง ทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำและท่าเรือเอกชน
- T1 หมายถึง เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสันดอนมาถึงปากน้ำ
- T2 หมายถึง เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากปากน้ำมายังท่าเรือคลองเตย

4.1.1 สมมุติฐานและขอบข่ายของรูปแบบปัญหา

1. สำหรับเรือสินค้าที่มาจากทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำ และท่าเทียบเรือของเอกชนในแบบจำลองไม่ได้สนใจว่า เรือสินค้าเหล่านี้มาจากท่าใดหรือทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำใดมาก่อน แต่แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะสนใจแต่เพียงเวลาที่เรือเหล่านี้มาถึงท่าเทียบเรือคลองเตย ซึ่งจะมีผลต่อการรอคอยของเรือสินค้าที่คอยอยู่ที่สันดอน

2. เกี่ยวกับระดับน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งมีผลต่อการเข้าจอดเทียบท่าของเรือสินค้า ในแบบจำลองมิได้กล่าวถึง ทั้งนี้เพราะเมื่อระดับน้ำต่ำกว่าระดับที่เรือสินค้าจะผ่านร่องน้ำได้ เรือสินค้าที่จะผ่านสันดอนและเรือสินค้าที่จะออกจากท่าฯ จึงไม่สามารถจะผ่านร่องน้ำเข้าและออกได้ อีกประการหนึ่งการคิดเวลาที่เรือสินค้าจอดเทียบท่าภายในระบบได้เริ่มคิดตั้งแต่เรือสินค้าเริ่มเข้าเทียบท่าจนกระทั่งเรือสินค้าออกจากท่า ซึ่งจะเป็นเวลาที่ได้รวมเอา

เวลาที่อาจรอคอยระดับน้ำอยู่ภายในท่าด้วย นอกจากนี้ในบางครั้งเรือที่กินน้ำลึกมากไม่สามารถผ่านร่องน้ำได้ ทางฝ่ายการท่าอาจจะอนุญาตให้เรือสินค้าลำอื่น ๆ ที่กินน้ำลึกน้อยกว่าและสามารถผ่านร่องน้ำได้เข้าเทียบท่าแทน ทั้งนี้ต้องได้รับการยินยอมจากทางฝ่ายเรือสินค้าทุก ๆ ฝ่ายด้วย จากที่กล่าวมานี้ทำให้ตัดปัญหาเกี่ยวกับระดับน้ำภายในแบบจำลองไปได้ โดยไม่ทำให้รูปแบบปัญหาที่สร้างขึ้นผิดพลาดมากนัก

3. ภายในแบบจำลองได้สร้างท่าเทียบเรือสินค้าขึ้น 16 ท่า ซึ่งสามารถรับเรือสินค้าได้พร้อม ๆ กัน 16 ลำ

4. เพื่อให้แบบจำลองผ่านพ้นสภาวะแปรเปลี่ยนและเข้าสู่สภาวะคงตัว ในตอนเริ่มต้นของระบบจึงได้กำหนดให้แบบจำลองมีสภาพเหมือนกับสภาพเหตุการณ์จริง ๆ ที่เกิดขึ้นวันใดวันหนึ่ง ซึ่งมีสภาพดังนี้ คือ

มีท่าที่อยู่ในระหว่างทำการขนถ่าย 13 ท่า ท่าว่าง 3 ท่า

มีเรือสินค้าจอดคอยอยู่ที่สันดอน 5 ลำ

และมีเรือขอเข้าเทียบท่าจากท่าเทียบเรือสินค้าต่าง ๆ 2 ลำ

5. แบบจำลองจะถือเอาเวลาที่เรือมาถึงสันดอนเป็นเวลาเริ่มต้นเข้าสู่ระบบและสิ้นสุดเมื่อเรือสินค้าออกจากท่าเรือคลองเตย

6. ระยะเวลาที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหาแต่ละครั้งจะใช้เวลา 720 ชม. หรือ 1 เดือน

7. ผลลัพธ์ที่ต้องการจากรูปแบบปัญหา คือ จำนวนเรือสินค้าที่ต้องเสียเวลาจอดรอเทียบท่าเรือคลองเตยอยู่ที่สันดอนและจำนวนชั่วโมงที่เรือสินค้าต้องเสียไปในการรอคอยในรอบระยะเวลา 1 เดือน

เนื่องจากระบบงานปัญหาดังกล่าวเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับแถวคอย ดังนั้นการพิจารณาสร้างรูปแบบปัญหาขึ้นจึงต้องวิเคราะห์ถึงระบบแถวคอย ซึ่งพอจะแยกสรุปปัญหาดังกล่าวในระบบแถวคอยได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ลักษณะรูปแบบของเข้ารับบริการ และลักษณะรูปแบบการบริการใช้เวลาที่ไม่แน่นอน ซึ่งจะได้อธิบายละเอียดในบทต่อไป

2. ลักษณะการจัดหน่วยให้บริการ เป็นระบบแถวคอยที่มีหลายหน่วยบริการแบบขนาน โดยมี 16 หน่วยบริการ

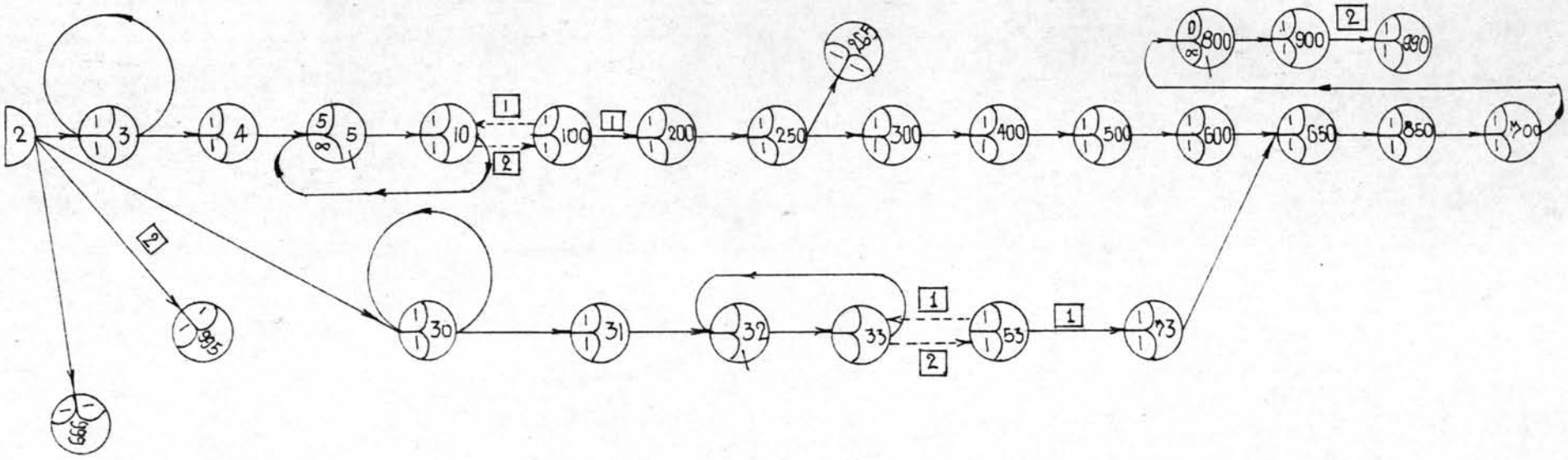
3. ลักษณะการจัดการเข้ารับบริการใช้หลักให้บริการตามลำดับก่อนหลัง (FIRST COME FIRST SIRVE) แต่เนื่องจากการมาของเรือสินค้าอาจเข้ามาหลายแหล่งด้วยกัน ดังนั้นจึงต้องอาศัยกฎเกณฑ์การจัดเรือสินค้าเข้าเทียบท่าบรรทุกสินค้าดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 2 ซึ่งในการจำลองระบบงานก็จะคำนึงถึงกฎเกณฑ์ดังกล่าวด้วย

4. ลักษณะขีดความสามารถของแถวคอย แถวคอยของระบบจะถือว่าไม่มีขอบเขตจำกัด

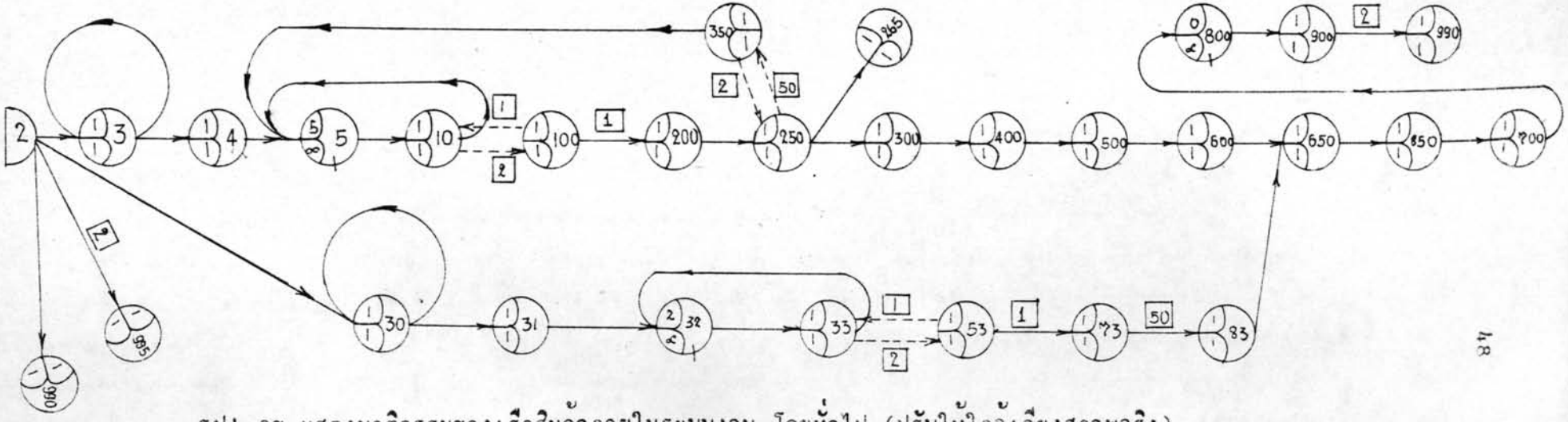
5. ลักษณะแหล่งของหน่วยเข้ารับบริการ แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้แหล่งของหน่วยเข้ารับบริการมีด้วยกัน 2 แหล่งคือ จากสันดอนแหล่งหนึ่งและจากท่าต่าง ๆ ทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งแต่ละแหล่งจะมีหน่วยเข้ารับบริการไม่จำกัดจำนวน

4.2 การจำลองแบบปัญหาโดยเทคนิค เกอท ทรีคิว

จากแผนผังการดำเนินงานเรานำมาสร้างเป็นแบบจำลองขึ้น โดยพยายามเลียนแบบพฤติกรรมของเรือสินค้าที่เข้ามาขนถ่ายสินค้าที่ท่าเรือคลองเตยให้ใกล้เคียงกับสภาพทุกอย่างดังกล่าวในหัวข้อ 4.1 เช่น เวลาการมาของเรือสินค้าที่สันดอนและเวลาการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ ที่ท่าเรือคลองเตย เวลาที่ใช้เดินทางจากสันดอนมายังปากน้ำ เวลาจากปากน้ำมายังท่าเรือคลองเตย เวลาลากจูงเรือสินค้าเข้าเทียบท่าและระยะเวลาที่เรือจอดเทียบท่าเรือคลองเตยตลอดจนการควบคุมการจัดเรือสินค้าเข้าเทียบท่าให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่ฝ่ายการท่ากำหนดขึ้น โดยใช้เทคนิค เกอท ทรีคิว จำลองรูปแบบปัญหาระบบงานดังกล่าว



รูป4.2ก แสดงพฤติกรรมของเรือสินค้าภายในระบบงาน โดยทั่วๆไป



รูป4.2ข แสดงพฤติกรรมของเรือสินค้าภายในระบบงาน โดยทั่วไป (ปรับให้ใกล้เคียงสภาพจริง)

แบบจำลองพฤติกรรมของระบบบางส่วนโดยเทคนิค เกอท ทรีคิว

จากรูป 4.2 ก เป็นการแสดงพฤติกรรมของเรือสินค้าภายในระบบงาน ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบมูลฐานอันหนึ่งที่จะนำไปสร้างเป็นแบบจำลองทั้งระบบ โดยสมมุติว่ามีท่าเทียบเรือสินค้าเพียงท่าเดียว ให้โนด 2 เป็นโนดเริ่มต้น (SOURCE NODE) ส่งแอ็คทิวิตี้มายังโนด 3 และโนด 30 ด้วยเวลา 0 ช.ม. เพื่อให้กำเนิดเรือสินค้าเข้ามาในระบบงาน โดยโนด 3 จะเป็นโนดที่ให้กำเนิดเรือสินค้าเข้ามาที่สันดอน และโนด 30 จะเป็นโนดที่ให้กำเนิดเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ (ทุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำหรือท่าของเอกชน) เข้ามายังท่าเรือคลองเตย หลังจากที่โนดทั้งสองได้รับแอ็คทิวิตี้จากโนด 2 แล้ว ก็จะส่งแอ็คทิวิตี้ออกจากแต่ละโนดทันที 2 ทางคือ ทางหนึ่ง (เปรียบเสมือนเรือสินค้า) ถูกส่งเข้าโนด 4 หรือโนด 31 ตามลำดับ โดยใช้เวลา 0 ช.ม. ทั้งโนด 4 และโนด 31 นี้ได้ถูกกำหนดให้เป็น 'BETWEEN' STATISTIC NODE เปรียบเสมือนเป็นโนดที่คอยบันทึกช่วงเวลาการมาของเรือสินค้าแต่ละลำ ส่วนอีกทางหนึ่ง แอ็คทิวิตี้ที่พุ่งออกมาจะถูกส่งกลับเข้าหาตัวมันเอง ด้วยเวลาเท่ากับช่วงเวลาการมาของเรือสินค้าที่ได้จากการเก็บข้อมูล ซึ่งอาจจะมีการกระจายแบบใดแบบหนึ่ง เพื่อให้กำเนิดเรือสินค้าลำต่อ ๆ ไป ให้เข้ามาในระบบ ดังนั้นทุกครั้งที่มีแอ็คทิวิตี้มาถึงโนด 3 และโนด 30 ก็จะมีแอ็คทิวิตี้ออกจากตัวมันเอง 2 ทางทุกครั้งไป โนด 3 และโนด 30 จึงเปรียบเสมือนตัวที่ก่อให้เกิด-เรือสินค้าเข้ามาในระบบงานตลอดเวลา หลังจากที่แอ็คทิวิตี้พุ่งถึงโนด 4 และโนด 31 แล้ว (ทั้งโนด 4 และโนด 31 ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้บันทึกช่วงเวลาการมาของเรือสินค้าเพียงอย่างเดียว ถ้าหากไม่มีการบันทึกข้อมูลโนดทั้งสองนี้ก็สามารถตัดทิ้งได้) ก็จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งจากโนด 4 เข้าโนด 5 หรือจากโนด 31 เข้าโนด 32 ทันที (ใช้เวลา 0 ช.ม.) แอ็คทิวิตี้ที่พุ่งเข้าโนด 5 จะเสมือนเรือสินค้ามาจอดรอเทียบท่าที่สันดอน ถ้ามีท่าว่างก็จะเข้าเทียบทันที ส่วนแอ็คทิวิตี้ที่พุ่งเข้าโนด 32 จะเปรียบเสมือนว่าเรือสินค้ามาถึงหน้าท่าเทียบเรือคลองเตย ทั้งโนด 5 และโนด 32 ถูกกำหนดให้เป็นคิวโนด ซึ่งมีคุณสมบัติปล่อยเรือสินค้าออกมาครั้งละ 1 ลำ และจะยังไม่ปล่อยลำต่อไป ถ้าหากลำที่แล้วยังปล่อยไม่สิ้นสุด แอ็คทิวิตี้ที่พุ่งออกจากโนด 5 และโนด 32 จะมีจุดหมายปลายทางที่เป็นไปได้ 2 ทางคือ (ลักษณะดังกล่าวจะมองเห็นได้ถ้าเข้าใจคุณสมบัติของแอ็คทิวิตี้นำเบอร์) จากโนด 5 พุ่งเข้าโนด 10 ถ้าในขณะนั้นเป็นช่วงเวลาที่เกิด

แอ็คทิวิตี้นำเบอร์หมายเลข 1 ขึ้นแล้ว และจะเข้าโนด 100 ถ้าในเวลานั้นเป็นช่วงเวลาที่เกิดแอ็คทิวิตี้นำเบอร์หมายเลข 2 ขึ้น ในทำนองเดียวกันโนดที่พุ่งออกจากโนด 32 ก็อาจจะพุ่งเข้าโนด 33 หรือโนด 53 โนดใดโนดหนึ่ง สำหรับแอ็คทิวิตี้นำเบอร์ 1 และ 2 นี้ เปรียบเสมือนตัวที่คอยตรวจสอบให้รู้ว่าท่าว่างหรือไม่ว่าง ถ้าเป็นแอ็คทิวิตี้นำเบอร์ 1 เกิดขึ้น แสดงว่าในขณะนั้นท่าไม่ว่าง คือท่าเทียบเรือได้มีเรือสินค้าเทียบอยู่แล้ว เรือที่มาลำต่อไปจะเข้าเทียบไม่ได้ ต้องจอดรอที่โนด 5 หรือโนด 32 และถ้าแอ็คทิวิตี้ 2 เกิดขึ้น หมายถึงขณะนั้นท่าเทียบเรือว่าง เรือสินค้าที่จอดอยู่ที่โนด 5 และโนด 32 จะเข้าเทียบได้ทันที โดยพุ่งเข้าโนด 100 ถ้ามาจากโนด 5 และพุ่งเข้าโนด 53 ถ้ามาจากโนด 32 ในตอนเริ่มต้นของระบบ เราอาจกำหนดให้แอ็คทิวิตี้นำเบอร์อะไรก่อนก็ได้ ในที่นี้สมมุติให้เกิดแอ็คทิวิตี้นำเบอร์ 2 ก่อน ซึ่งจะกระทำได้โดยการให้มีแอ็คทิวิตี้พุ่งจากโนด 2 ไปยังโนด 995 โดยใช้เวลา 0 ชม. เมื่อมาถึงโนด 995 เราสามารถกำหนดให้เกิดแอ็คทิวิตี้ 2 ได้ ตามคุณสมบัติของ เกอททีรคิว ซึ่งก็จะหมายถึงจะเกิดแอ็คทิวิตี้นำเบอร์ 2 ขึ้นทันทีในช่วงเริ่มต้นของระบบ

ถ้าหากในตอนเริ่มต้นของระบบ เรากำหนดให้แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 1 เกิดขึ้น เราจะต้องให้มีแอ็คทิวิตี้พุ่งจากโนด 2 ไปยังโนด 800 ทันที (ใช้เวลา 0 ชม.) เพื่อกระตุ้นให้โนด 800 ทำงาน โนด 800 ถูกสมมุติให้แทนท่าเทียบเรือ ซึ่งเปรียบเสมือนว่าในขณะนั้นมีเรือสินค้าอยู่ในระหว่างการรับบริการ และจะเสร็จสิ้นการรับบริการหรือเริ่มออกจากท่าไป เมื่อแอ็คทิวิตี้จากโนด 800 มาถึงโนด 900 ซึ่งแอ็คทิวิตี้นี้จะแทนเวลาที่เรือใช้บริการอยู่ในท่า เมื่อแอ็คทิวิตี้มาถึงโนด 900 ก็แสดงว่าเรือสินค้าได้เริ่มออกจากท่าแล้ว ในขณะนี้ท่าจึงว่างขึ้นทันที ในช่วงนี้เราจึงให้มีแอ็คทิวิตี้จากโนด 900 ไปยังโนด 990 ทันที (ใช้เวลา 0 ชม.) แล้วกำหนดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2 เกิดขึ้น ซึ่งจะไปกระตุ้นให้โนด 100 เข้าแทนที่โนด 10 และโนด 53 เข้าแทนที่โนด 33 ทำให้แอ็คทิวิตี้ที่พุ่งจากโนด 5 พุ่งเข้าโนด 100 หรือพุ่งจากโนด 32 เข้าโนด 53 แทน (ถ้าหากว่ากำหนดให้มีแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 1 เกิดขึ้น แล้วไม่กำหนดให้มีแอ็คทิวิตี้พุ่งจากโนด 2 ไปยังโนด 800 แล้ว แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2 จะไม่มีโอกาสเกิดขึ้นได้เลย ทั้งนี้เพราะแอ็คทิวิตี้ที่พุ่งออกจากโนด 5 จะพุ่งเข้าโนด 10 และแอ็คทิวิตี้ที่พุ่งจากโนด 32 จะพุ่งเข้าโนด 33 (ตามเงื่อนไขที่ถูกกำหนดโดยแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 1) จะวกกลับมายังโนด 5 และ

โนด 32 อีก และจะวนเวียนอยู่เช่นนี้จนกว่าจะเกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2 ขึ้น แต่เนื่องจากแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2 ไม่มีโอกาสจะเกิดขึ้นเลย เพราะไม่มีแอ็คทิวิตี้ที่จะไปกระตุ้นแอ็คทิวิตี้ 2 เกิดขึ้น จึงทำให้ระบบงานวนเวียนอยู่ระหว่างโนด 5 และโนด 10 ตลอดเวลา) ในช่วงเวลาที่เกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์หมายเลข 1 ซึ่งแสดงว่าท่าไม่ว่างนั้น เรือสินค้าจะต้องจอดอยู่บริเวณสันดอนแต่ด้วยคุณสมบัติของคิวโนดในโปรแกรมเกอททีรคิว ทำให้เราไม่สามารถบังคับไม่ให้มีแอ็คทิวิตี้พุ่งออกจากโนด 5 และโนด 32 ได้ ดังนั้นเราจึงกำหนดให้เวลาที่แอ็คทิวิตี้พุ่งออกจากโนด 5 ไปถึงโนด 10 และจากโนด 32 ไปถึงโนด 33 ใช้ระยะเวลาหนึ่งมีค่ามากกว่า 0 เพื่อให้เวลาของแบบจำลองเดินต่อไปได้ ไม่อยู่กับที่ และไม่ทำให้แบบจำลองเสียหาย หลังจากนั้นจึงให้แอ็คทิวิตี้จากโนด 10 และโนด 33 วกกลับเข้าโนด 5 และโนด 32 ตามลำดับโดยใช้เวลา 0 ชม.

และเมื่อใดก็ตามที่เกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2 ขึ้น แอ็คทิวิตี้ที่พุ่งจากโนด 5 ก็จะพุ่งเข้าโนด 100 และจากโนด 32 ก็จะพุ่งเข้าโนด 53 จากที่กล่าวมานี้อาจเป็นไปได้ที่แอ็คทิวิตี้จะพุ่งมาถึงโนด 100 และ 53 ในเวลาพร้อมกัน หรืออาจไม่พร้อมกันได้ในกรณีที่จะเกิดปัญหาก็คือ แอ็คทิวิตี้มาถึงโนด 100 และโนด 53 พร้อม ๆ กัน เพราะจะเป็นเหมือนว่า เรือสินค้า 2 ลำพุ่งเข้าเทียบท่าเดียวกันในเวลาเดียวกัน ซึ่งในทางปฏิบัติท่าแต่ละท่าจะเทียบเรือสินค้าได้เพียงลำเดียวเท่านั้น ในช่วงแรกจะกล่าวถึงเวลาที่แอ็คทิวิตี้ทั้ง 2 มาไม่พร้อมกันก่อน สมมุติว่ามีแอ็คทิวิตี้พุ่งเข้าถึงโนด 100 ก่อน ก็จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งออกจากโนด 100 ไปยังโนด 200 ทันที (ด้วยเวลา 0 ชม.) จึงทำให้เกิดแอ็คทิวิตี้ 1 ขึ้นทันทีเช่นกัน ซึ่งจะมีผลทำให้แอ็คทิวิตี้ต่อ ๆ ไปที่พุ่งออกจากโนด 5 ไม่สามารถพุ่งเข้าหาโนด 100 ได้ แต่จะพุ่งเข้าโนด 10 แทนและแอ็คทิวิตี้ที่พุ่งจากโนด 32 ไม่สามารถพุ่งเข้าโนด 53 ได้ แต่จะพุ่งเข้าโนด 33 แทน พฤติกรรมดังกล่าวแสดงให้ทราบว่าขณะนี้มีเรือสินค้าเข้าเทียบท่าแล้ว ย้อนกลับมาดูโนด 200 จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งจากโนด 200 เข้าหาโนด 250 ด้วยเวลา 0 ชม. และจากโนด 250 จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งเข้าหาโนด 265 และ 300 ด้วยเวลา 0 ชม. เช่นกัน โนด 300 ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อแทนเหตุการณ์ที่เรือสินค้าเริ่มผ่านสันดอนเข้าเทียบท่า ส่วนโนด 265 ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้บันทึกเวลาตั้งแต่เรือเริ่มเข้ามาที่สันดอนจนกระทั่งได้รับอนุญาตให้ผ่านสันดอนเข้ามาได้ สำหรับโนด

10 โนด 100 และโนด 200 ไม่มีความหมายเกี่ยวกับเหตุการณ์ แต่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้สภาพที่เกิดขึ้นบริเวณสันดอนในการนำเรือสินค้าเข้าเทียบท่า มีสภาพใกล้เคียงความจริงมากที่สุด ดังนั้นช่วงจากโนด 3 มาจนถึงโนด 265 และโนด 300 จึงเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบริเวณสันดอนก่อนที่เรือสินค้าจะเริ่มผ่านสันดอนเข้าเทียบท่า ดังกล่าวแล้วว่าโนด 265 ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อบันทึกเวลาตั้งแต่เรือสินค้าเข้ามาที่สันดอนจนถึงเวลาที่ผ่านสันดอนเข้าเทียบท่าได้ ดังนั้นจึงกำหนดให้โนด 265 เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE และกำหนดให้โนด 3 เป็น MARK NODE เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการบันทึกเวลาดังกล่าว

จากโนด 300 จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งเข้าหาโนด 400 ด้วย เวลาเท่ากับเวลาที่เรือสินค้าใช้เดินทางจากสันดอนมายังปากน้ำ ในการบันทึกช่วงเวลานี้จึงกำหนดให้โนด 300 เป็น MARK NODE และโนด 400 เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE จากโนด 400 จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งเข้าหาโนด 500 ด้วยเวลา 0 ชม. โดยโนด 500 ถูกกำหนดให้เป็น MARK NODE จากโนด 500 จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งเข้าหาโนด 600 ด้วยเวลาที่ใช้เท่ากับเวลาที่ใช้เดินทางจากปากน้ำมายังหน้าท่าเรือคลองเตย โนด 600 ถูกกำหนดให้เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE เพื่อบันทึกช่วงเวลานี้ ในทำนองเดียวกันโนด 650 ถูกกำหนดให้เป็น MARK NODE และโนด 850 เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE เพื่อบันทึกเวลาในการนำเรือสินค้าที่มาถึงหน้าท่าเรือคลองเตยเข้าเทียบท่า ช่วงจากโนด 700 ถึงโนด 900 เป็นช่วงเวลาที่ใช้แทนช่วงเวลาที่ใช้บริการอยู่ในท่า โดยแทนด้วยแอ็คทิวิตี้จากโนด 800 ไปยังโนด 900 ในการบันทึกช่วงเวลานี้ เนื่องจากโนด 800 เป็นคิวโนด เราไม่สามารถกำหนดให้เป็น MARK NODE ได้ จึงกำหนดให้โนด 700 เป็น MARK NODE แทน โดยแอ็คทิวิตี้พุ่งเข้าหาโนด 800 ด้วยเวลา 0 ชม. และโนด 900 เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE สำหรับโนด 800 จะมีประโยชน์ในการใช้หาเปอร์เซนต์อัตราประโยชน์ ในการใช้บริการท่า

เมื่อแอ็คทิวิตี้พุ่งมาถึงโนด 900 แสดงว่าการใช้บริการท่าสิ้นสุด จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งจากโนด 900 ไปยังโนด 990 ทันทีด้วยเวลา 0 ชม. ช่วงแอ็คทิวิตี้จากโนด 900 มายัง 990 จะมีแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2 เกิดขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้แอ็คทิวิตี้จากโนด 5 พุ่งเข้าโนด 100 และ

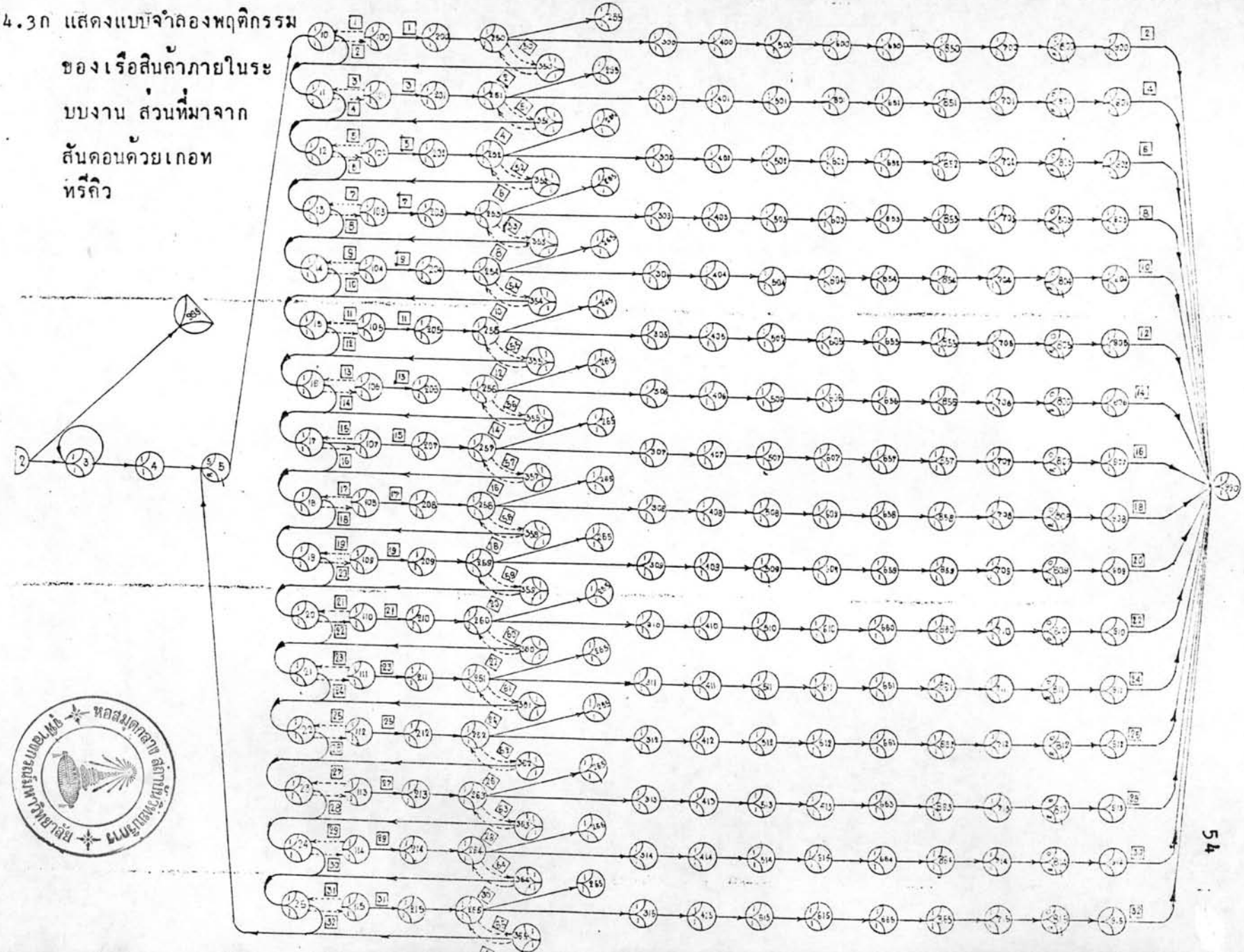
แอ็คทิวิตี้จากโนด 32 พุ่งเข้าโนด 53 ใหอีกครั้งหนึ่ง ระบบงานจะวนเวียนอยู่เช่นนี้จนกว่า แอ็คทิวิตี้จากโนด 2 จะพุ่งมาถึงโนด 999 ซึ่งกำหนดให้เป็น SINK NODE ก็เป็นการสิ้นสุดการจำลองแบบในรอบนั้น

ในทำนองเดียวกัน ถ้าแอ็คทิวิตี้พุ่งเข้าหาโนด 53 เกิดขึ้นก่อน ก็จะมีวิธีการเหมือนกับที่กล่าวตอนแรก เพียงแต่จะมีขั้นตอนการเข้าเทียบท่าน้อยกว่า กล่าวคือเรือสินค้าจะเข้ามายังบริเวณหน้าท่าเรือคลองเตย (โนด 650) หลังจากนั้นขั้นตอนต่าง ๆ ก็จะเหมือนกัน

สำหรับในกรณีที่เรือสินค้าจากสันดอน (โนด 5) และจากท่าต่าง ๆ (โนด 32) มีโอกาสพุ่งเข้ามาถึงโนด 100 และ 53 ตามลำดับพร้อมกันดังกล่าวแล้วในตอนต้น ดังนั้นเพื่อขจัดให้มีเรือสินค้าเข้าเทียบท่าได้เพียงลำเดียว ซึ่งตามหลักแล้วลักษณะที่เกิดขึ้นเช่นนี้ เรือสินค้าที่มาจากท่าต่าง ๆ ที่มาถึงหน้าท่าแล้วต้องได้เทียบท่าก่อน แล้วให้เรือที่สันดอนจอดคอยอยู่ก่อน เพื่อให้เป็นไปตามลักษณะที่กล่าวนี้ เราจึงต้องสร้างแบบจำลองเพิ่มเติมขึ้นมาอีก ดังรูป 4.2 ข โดยสร้างโนด 83 และ 350 ขึ้นมา และกำหนดให้มีแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 50 เกิดขึ้นระหว่างช่วงแอ็คทิวิตี้จากโนด 73 ไปยังโนด 83 ภายหลังจากที่แอ็คทิวิตี้พุ่งมาถึงโนด 100 และ 53 พร้อมกัน ก็จะมีแอ็คทิวิตี้พุ่งมายังโนด 200 และ 73 ตามลำดับพร้อมกันทันที และช่วงนี้ทำให้เกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 1 ขึ้นพร้อมกัน ซึ่งจะมีผลเหมือนกับที่กล่าวแล้วตอนต้น คือเพื่อมิให้เรือสินค้าลำอื่นผ่านเข้ามาได้ หลังจากนั้นช่วงแอ็คทิวิตี้จากโนด 73 ไปยังโนด 83 เรากำหนดให้มีเวลาเป็น 0 และกำหนดให้มีแอ็คทิวิตี้ 50 เกิดขึ้นทันที ในขณะเดียวกันนั้น เราจะกำหนดให้แอ็คทิวิตี้จากโนด 200 ไปยังโนด 250 ใช้เวลามากกว่า 0 (ประมาณ 0.01 ชม. เพื่อมิให้มีผลกระทบต่อระบบ) ดังนั้นจึงทำให้เกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 50 ขึ้นก่อนที่แอ็คทิวิตี้จากโนด 200 จะพุ่งมาถึงโนด 250 แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 50 จะไปบังคับให้แอ็คทิวิตี้จากโนด 200 พุ่งเข้าโนด 350 โดยใช้เวลาจากช่วงนี้ 0.01 ชม. แล้วจึงวกกลับไปยังโนด 5 เพื่อรอเทียบท่าใหม่อีกครั้งหนึ่ง ส่วนเรือที่ผ่านโนด 83 จะพุ่งเข้าโนด 650 ทันที หลังจากนั้นก็จะมีขั้นตอนเหมือนที่กล่าวมาแล้ว

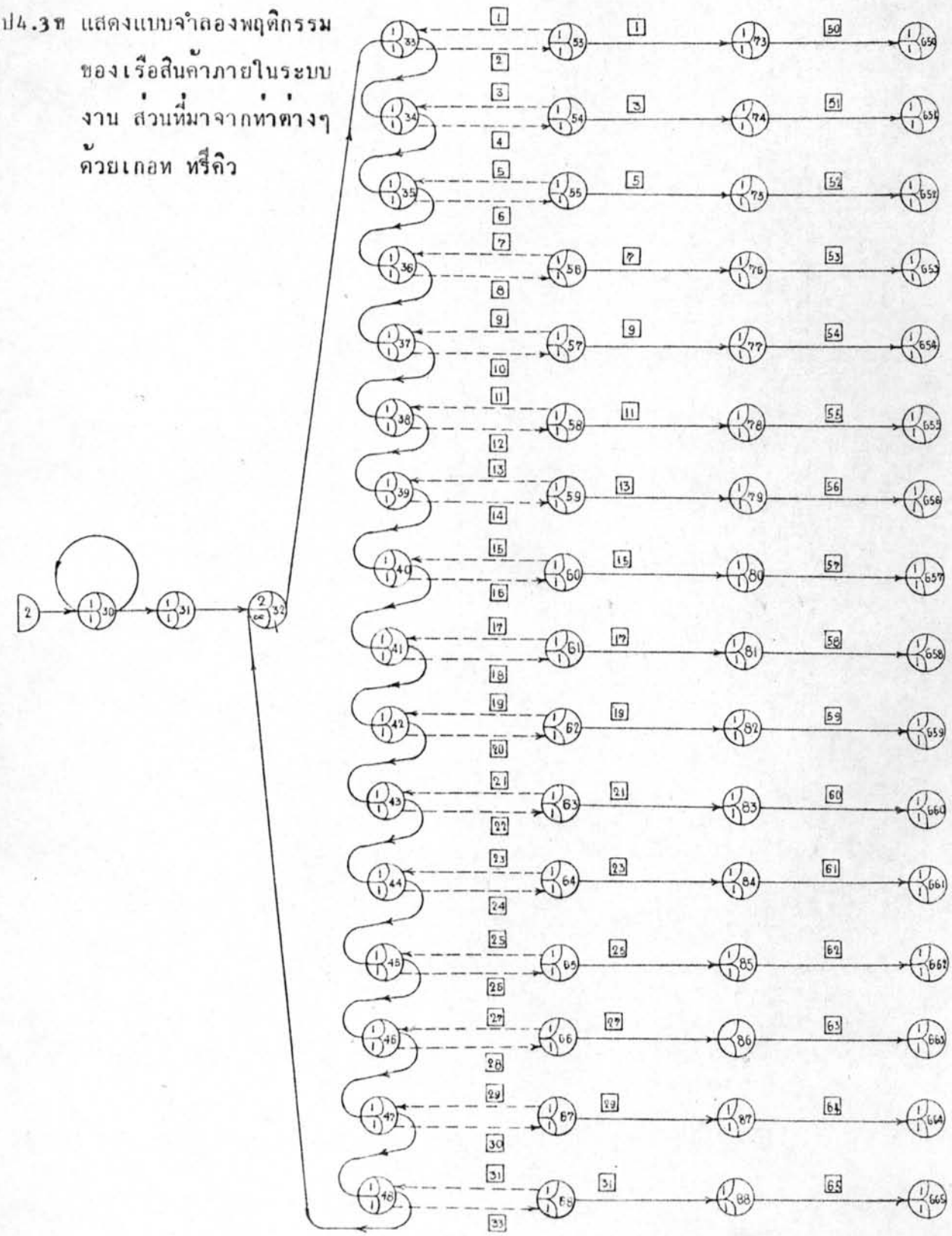
จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นว่า ในแต่ละแอ็คทิวิตี้จะต้องมีเวลาและการแจกแจงของเวลากำหนดอยู่ อาจเป็นแบบใดแบบหนึ่งดังอธิบายไว้ในบทที่ 3

รูป4.3ก แสดงแบบจำลองพฤติกรรมของเรือสินค้าภายในระบบงาน ส่วนที่มาจากสันดอนด้วยเกอทรีดิว



หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป4.3ข แสดงแบบจำลองพฤติกรรมของเรือสินค้าภายในระบบงาน ส่วนที่มาจากท่าต่างๆ ด้วยเกอท ทรีคิว



แบบจำลองพฤติกรรมทั้งระบบด้วย เกอท ทรีคิว

จากรูป 4.3 ก และ 4.3 ข เป็นโครงข่ายแบบจำลองระบบงานทั้งระบบ ซึ่งแต่ละโนดภายในโครงข่าย มีความหมายเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพจริงและเหตุการณ์จริงได้ดังนี้

โนด (5) เปรียบเสมือนสันดอนปากแม่น้ำ ซึ่งเรือสินค้าที่จะมาทำการขนถ่ายสินค้าจะต้องจอดรอ

โนด (32) หมายถึงท่าเอกชนต่าง ๆ หุ่นหรือหลักผูกเรือกลางน้ำที่เรือสินค้าได้มาขนถ่ายสินค้าบางอย่างและขอเข้าเทียบท่าเรือคลองเตย

โนด (300) ไปยังโนด (400) ถึงโนด (315) ไปยังโนด (416)
หมายถึงระยะจากสันดอนถึงปากน้ำ ในระบบงานจะใช้วัดระยะดังกล่าวด้วยเวลา

โนด (500) ไปยังโนด (600) ถึงโนด (515) ไปยังโนด (615)
หมายถึงระยะจากปากน้ำมายังท่าเรือคลองเตยวัดเป็นเวลา

โนด (650) ไปยังโนด (850) ถึงโนด (665) ไปยังโนด (865)
หมายถึงระยะเวลาที่ใช้ลากจูงเรือเข้าเทียบท่า

โนด (800) ถึงโนด (815)
แทนท่าทั้ง 16 ท่า ของท่าเรือคลองเตย

โนด (3) ไปยังโนด (265)
แทนระยะเวลาที่เรือจะต้องจอดคอยอยู่ที่สันดอนก่อนจะได้เทียบท่า

โนด (700) ไปยังโนด (900) ถึงโนด (715) ไปยังโนด (915)
แทนระยะเวลาที่เรือต้องจอดทำการขนถ่ายสินค้าอยู่ในท่า

โนดอื่น ๆ ไม่มีความหมายกับสภาพจริง ๆ ของระบบงานแต่อย่างใด แต่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเก็บตัวเลขในการทดสอบ และเพื่อควบคุมระบบให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

รูป 4.3 ก และ 4.3 ข โนด 2 เป็นโนดเริ่มต้นของระบบ (SOURCE NODE) จะส่งแอ็คทิวิตี้ไปยังโนด 3 และโนด 30 เพื่อกระตุ้นให้ระบบเริ่มทำงาน และจะมีแอ็คทิวิตี้จากโนด 2 พุ่งไปยังโนด 800, 801, 802,803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 813, 815 ทันที เพื่อให้เสมือนกับว่าท่าแต่ละท่าตามที่ได้กล่าวมาในแต่ละโนดนี้ กำลังอยู่ในระหว่างการให้บริการ และท่าที่กำหนดโดยโนด 811,812,814 ว่างอยู่พร้อมที่จะให้บริการได้ทันที ดังนั้นเราจะต้องกำหนดให้แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 24, 26, 30 เกิดขึ้นในตอนเริ่มต้นระบบทันที เพื่อให้เรือสินค้าสามารถผ่านเข้าไปยังท่า 811, 812, 814, ได้ โดยแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 24, 26, 30 นี้ ได้กำหนดให้กลับแอ็คทิวิตี้จากโนด 2 ไปยังโนด 3 โนด 2 ไปยังโนด 30 และจากโนด 2 ไปยังโนด 800 ตามลำดับ ซึ่งช่วงเวลาของแต่ละแอ็คทิวิตี้นี้เท่ากับ 0 จึงทำให้แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์เหล่านี้เกิดขึ้นทันที (ส่วนที่ได้อธิบายผ่านมานี้มิได้อธิบายให้เห็นในภาพ เนื่องจากเป็นการกำหนดสภาวะเริ่มต้นของระบบให้เป็นไปตามสมมุติฐานและจะเกิดขึ้นเพียงตอนเริ่มต้นระบบเท่านั้น อาจจะกำหนดให้เป็นอย่างอื่นก็ได้) จากนั้นระบบงานก็จะเริ่มดำเนินงานต่อไป โดยเริ่มต้นจากโนด 3 และโนด 30 ซึ่งทั้ง 2 โนดนี้จะเป็นตัวกำเนิดเรือสินค้าให้เข้ามาในระบบงานจากสันดอนและจากท่าต่าง ๆ ตามลำดับ โดยช่วงห่างการมาของเรือสินค้าแต่ละลำจะถูกกำหนดขึ้นโดยโนดทั้ง 2 แต่จะเป็นอย่างไรนั้นไม่แน่นอน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ และโนด 3 จะถูกกำหนดให้เป็น MARK NODE เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการบันทึกเวลาที่เรือสินค้าแต่ละลำจะต้องจอดคอยที่สันดอน โนด 4 และโนด 31 กำหนดให้เป็น BETWEEN STATISTIC NODE เพื่อบันทึกช่วงห่างของเวลาที่เรือแต่ละลำเข้ามา โนด 5 และโนด 32 เป็นคิวโนด ซึ่งเปรียบเสมือนที่จอดคอยของเรือสินค้าเพื่อจะเข้าเทียบท่า และจะปล่อยเรือสินค้าออกมาทีละลำ ในกรณีที่ท่าเทียบไม่ว่าง แอ็คทิวิตี้ที่พุ่งจากโนด 5 และจากโนด 32 ก็จะถูกส่งวกกลับมาที่โนด 5 และโนด 32 ดังเดิม ท่าเทียบเรือสินค้าจะว่างหรือไม่ว่างภายในแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะถูกกำหนดโดย แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ (ACTIVITY NUMBER) เมื่อใดที่เกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28, 30,32 แสดงว่ามีท่าว่างโดยแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์แต่ละตัวจะแทนการว่างของท่าแต่ละท่าตามตำแหน่งที่แสดงอยู่ เวลาที่แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์เหล่านี้เกิดจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เรือจอดเทียบอยู่

ในท่าเมื่อใดที่มีเรือสินค้าออกจากท่าก็จะเกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์เหล่านี้ขึ้น และแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดอยู่เป็นช่วงระยะเวลานานเท่าใดขึ้นอยู่ว่า เมื่อไรที่มีเรือสินค้าเข้ามาเทียบท่านั้น แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ดังกล่าวนี้ก็จะหายไป และจะเกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ตัวใหม่ขึ้นทันที เพื่อแสดงว่าท่านั้นไม่ว่างแล้ว แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ที่แสดงว่าท่าไม่ว่าง เช่น 1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27,29,31 ตามตำแหน่งที่แสดงอยู่ แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์แต่ละตัวซึ่งแสดงว่าท่าไม่ว่างเหล่านี้จะเกิดอยู่เป็นช่วงระยะเวลานานเท่ากับระยะเวลาที่เรือสินค้าแต่ละลำจอดเทียบอยู่ในท่า เมื่อใดที่เรือออกจากท่าแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ที่แสดง ว่าท่าไม่ว่างก็จะหายไป และจะเกิดแอ็คทิวิตี้ที่แสดงว่าท่าว่างขึ้นวนเวียนไปเช่นนี้เสมอ

เมื่อมีท่าว่างเกิดขึ้นหรือเมื่อเกิดแอ็คทิวิตี้ 2,4,6,.....32 ขึ้น โนด 10,11,12,13,.....25 จะถูกแทนที่ด้วยโนด 100,101,102,103,.....115 ตามลำดับ และโนด 33,34,35,36,.....48 จะถูกแทนด้วยโนด 53,54,55,56,.....68 ตามลำดับ ดังนั้นเรือสินค้าที่พุ่งมาจากโนด 5 หรือโนด 32 ก็สามารถผ่านเข้าไปเทียบท่าได้ ซึ่งจะเป็นไปตามหลัก FIRST COME FIRST SERVE แต่ในกรณีที่เรือสินค้าที่มาจากสันดอนและจากท่าต่าง ๆ เข้ามาเทียบท่าพร้อมกัน แบบจำลองได้กำหนดให้เรือที่มาจากท่าต่าง ๆ เข้าเทียบท่าได้ก่อน ซึ่งจะเป็นไปตามหลักของการจัดเรือของการท่าเรือ ส่วนที่ควบคุมการจัดเรือในช่วงนี้จะถูกควบคุมด้วยแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 50,51,52,53,.....65 เรือสินค้าลำใดที่ผ่านเข้ามาทางโนด 100,101,102,.....115 หมายถึงเรือสินค้าลำนั้นมาจากสันดอน และเรือสินค้าลำใดที่ผ่านเข้าทางโนด 53,54,55,.....65 หมายถึง เรือสินค้าลำนั้นมาจากท่าต่าง ๆเมื่อเรือสินค้าจากโนด 100,101,102,.....115 มาถึงโนด 200,201,202,.....215 หรือเรือสินค้าที่มาจากโนด 53,54,55,.....68 มาถึงโนด 73,74,75,.....88 แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 1,3,5,.....31 ก็จะเกิดขึ้น เพื่อกันมิให้เรือสินค้าลำอื่นเข้ามาอีก ช่วงจากโนด 200,201,202,.....215 ถึงโนด 300,301,302,.....315 และโนด 73,74,75,.....88 มาถึงโนด 650,651,652,.....665 เป็นส่วนควบคุมการจัดเรือในกรณีที่มีเรือสินค้าเข้ามาพร้อมกัน ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดตอนท้ายอีกครั้งหนึ่ง โนด 265 ถูกกำหนดให้เป็น

'INTERVAL' STATISTICS NODE เพื่อบันทึกช่วงเวลาที่เรือสินค้าออกจากโนด 3 จนกระทั่งถึงโนด 265 ซึ่งเปรียบเสมือนช่วงเวลาที่เรือต้องจอดคอยอยู่ที่สันดอนก่อนจะได้เข้าเทียบท่าโนด 300,301,302,.....315 ถึงโนด 400,401,402,.....415 เป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินจากสันดอนมายังปากน้ำ โดยโนด 300,301,302,.....315 ถูกกำหนดให้เป็น MRAK NODE และโนด 400,401,402,.....415 ถูกกำหนดให้เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE เพื่อบันทึกช่วงเวลาดังกล่าว โนด 500,501,502.....515 ถึงโนด 600,601,602,.....615 แทนช่วงเวลาที่ใช้เดินทางจากสันดอนมายังท่าเรือคลองเตย โดยโนด 500,501,502,.....515 เป็น MARK NODE และโนด 600,601,602 เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE เมื่อมาถึงช่วงนี้แสดงว่าเรือสินค้าได้มาถึงหน้าท่าเรือคลองเตยแล้ว ช่วงต่อไปจะเป็นเวลาที่ใช้ในการลากจูงเรือเข้าเทียบท่า ซึ่งจะแทนด้วยโนด 650,651,652,.....665 ถึงโนด 850,851,852,.....865 สำหรับช่วงเวลาที่เรือจอดอยู่ภายในท่าจะแทนด้วยโนดระหว่าง 700,701,702,.....715 ถึงโนด 900,901,902,.....915 โดยโนด 700,701,702,.....715 เป็น MARK NODE และโนด 900,901,902,.....915 เป็น 'INTERVAL' STATISTIC NODE สำหรับโนด 800,801,802,.....815 ได้ถูกจัดให้เป็นคิวโนด เพื่อจะได้ศึกษาสภาวะของท่าแต่ละท่า หลังจากที่เรือสินค้าผ่านพ้นจากโนด 900,901,902,.....915 มาถึงโนด 990 ก็แสดงว่าท่าได้ว่างแล้ว โดยจะเกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 2,4,6,.....32 ขึ้น ส่วนโนด 995 ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้บันทึกจำนวนเรือ ซึ่งได้รับการบริการจากท่าเรือคลองเตย

สำหรับเวลาที่ใช้ในการจำลองเท่ากับ 720 ชม. ดังนั้นเราจึงสร้างให้โนด 2 พุ่งไปยังโนด 999 ซึ่งเป็น SINK NODE กินเวลา 720 ชม. เมื่อใดที่แอ็คทิวิตี้จากโนด 2 ไปถึงโนด 999 จะแสดงถึงการสิ้นสุดของการจำลองในรอบนั้น และภายในโปรแกรมของเกอท ทีรคิว เราจะกำหนดให้ทำการจำลองผลกี่รอบก็ได้

ส่วนควบคุมการจัดลำดับเรือสินค้าเข้าเทียบท่า

พิจารณาจากรูป 4.3ก และรูป 4.3ข (ทั้ง 2 รูปเชื่อมโยงกันที่โนด 650,651, 652,.....665) เมื่อเรือสินค้าที่มาจากสันดอน (โนด 5) และเรือสินค้าที่มาจากท่าต่าง ๆ (โนด 32) มาถึงโนด 10 และโนด 33 ตามลำดับพร้อมกัน ซึ่งในขณะเดียวกันนั้นเป็นช่วงที่มีท่าใดท่าหนึ่งว่าง สมมุติว่าท่าที่ 1 ว่าง เรือสินค้าทั้ง 2 ลำนั้น ก็จะพุ่งเข้าโนด 100 และโนด 53 ในช่วงเวลาที่พร้อมกัน ซึ่งทั้ง 2 โนดนี้มีเส้นทางไปสู่ท่าที่หนึ่งเหมือนกัน ในทางปฏิบัตินั้น เรือสินค้าจะเข้าเทียบท่าแต่ละท่าได้เพียงลำเดียวเท่านั้น แต่ในขณะนี้ได้มีเรือสินค้า 2 ลำกำลังเข้าเทียบท่า ดังนั้น เราจึงต้องจัดให้เรือลำใดลำหนึ่งเข้าเทียบท่าก่อน ซึ่งตามกฎเกณฑ์ของการท่าเรือ เรือที่มาจากท่าต่าง ๆ จะได้เข้าเทียบท่าก่อน ดังนั้น เพื่อจัดให้เรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ ได้เข้าเทียบท่าก่อนและให้เรือสินค้าจากสันดอนหาท่าเทียบที่เหลือต่อไปหรือกลับไปรอคอยที่สันดอนดังเดิม เราจึงกำหนดให้แอ็คทิวิตี้จากโนด 100 ไปยังโนด 200 และจากโนด 53 ไปยังโนด 73 ด้วยเวลา 0 ชม. ช่วงนี้จะทำให้เกิดแอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 1 ปิดกันไม่ให้เรือสินค้าเข้ามาได้อีก ขั้นต่อไปเรากำหนดให้ช่วงเวลาจากโนด 200 ไปยังโนด 250 ใช้เวลามากกว่าโนด 73 ไปยังโนด 650 เท่ากับ .01 ชม. ซึ่งจะทำให้แอ็คทิวิตี้นัมเบอร์ 50 เกิดขึ้นก่อนที่แอ็คทิวิตี้จากโนด 200 จะมาถึงโนด 250 จึงทำให้แอ็คทิวิตี้จากโนด 200 พุ่งเข้าหาโนด 350 แทนแล้วออกจากท่าที่หนึ่งไป ส่วนเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ เมื่อมาถึงโนด 650 ก็จะวิ่งเข้าท่าที่ 1 ไปเพียงลำเดียว ในทำนองเดียวกันท่าทั้ง 15 ที่เหลือก็มีหลักการเดียวกันกับที่กล่าวแล้ว

4.3 ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การจำลองแบบใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด นอกจากจะศึกษาพฤติกรรมของระบบแล้ว เราจะต้องศึกษาและวิเคราะห์ตัวเลขข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของระบบให้ถูกต้องด้วย

จากรายละเอียดระบบงานที่ได้ศึกษามาแล้วจากบทที่ 2 และ 3 ทำให้ทราบว่าข้อมูลซึ่งจะเป็น INPUT ของระบบประกอบด้วย

1. เวลาที่เรือมาถึงสันดอน (BAR ARRIVAL TIME)
2. เวลาที่ใช้เดินทางจากสันดอนเข้ามายังปากน้ำ (TRAVEL TIME FROM BAR TO PAKNAM INBOUND)
3. เวลาที่ใช้เดินทางจากปากน้ำมายังท่าเรือคลองเตย (TRAVEL TIME FROM PAKNAM TO BERTHS INBOUND)
4. เวลาที่ใช้ในการลากจูงเรือเข้าเทียบท่าฯ (TOWING TIME)
5. เวลาการมาถึงท่าเรือคลองเตยของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ
6. เวลาที่เรือใช้บริการที่ ท่าเรือคลองเตย (UNLOADING TIME AT KLONG TOEY)

ข้อมูลต่าง ๆ ที่นำมาใช้กับระบบงานและการวิเคราะห์ นำมาจากรายการเรือสินค้าผ่านเข้าออก แผนกสื่อสารกองการท่า, ทะเบียนเรือ แผนกกลางกองโรงพักสินค้า, ทะเบียนปูมเรือประจำวัน แผนกท่ากองบริการฝ่ายการท่า รายการ SHIPS MOVEMENT ฝ่ายการท่าและรายงานสถิติประจำเดือน แผนกสถิติสำนักวิชาการ การท่าเรือแห่งประเทศไทย ในการเก็บข้อมูลได้เริ่มเก็บตั้งแต่เดือนมกราคม 2523 ถึงเดือนมิถุนายน 2523 ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวมีจำนวนเรือมากพอที่จะใช้วิเคราะห์และใกล้เคียงกับสภาพการณ์ปัจจุบัน

4.3.1 การวิเคราะห์และการทดสอบข้อมูลการมาของเรือสินค้าที่สันดอน

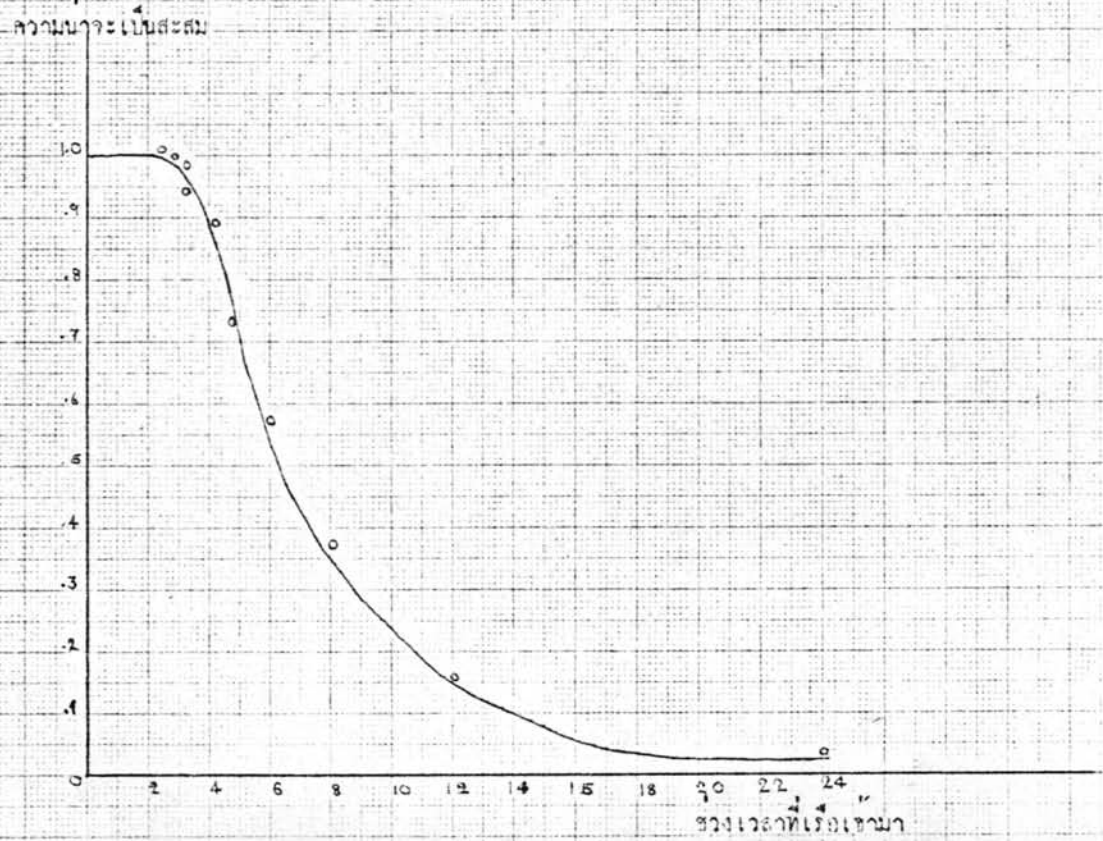
การเก็บข้อมูลของเรือสินค้าที่มาทิ้งสมอที่สันดอน ได้ทำการเก็บข้อมูล

ตาราง 4.1

แสดงการแจกแจงการมาของเรือสินค้าบริเวณสันดอน เฉพาะที่เข้าท่าเรือคลองเตย

จำนวนเรือที่เข้ามาในช่วงระยะเวลา 1 วัน (ti)	จำนวนวัน (Xi) ความถี่	อัตราการมาของเรือที่สันดอน (ชม./ลำ)		ความน่าจะเป็นสะสม	Xiti
1	6	24/1	24.00	.032	6
2	23	24/2	12.00	.156	46
3	40	24/3	8.00	.371	120
4	37	24/4	6.00	.570	148
5	30	24/5	4.80	.731	150
6	29	24/6	4.00	.887	174
7	11	24/7	3.428	.946	77
8	7	24/8	3.00	.984	56
9	2	24/9	2.66	.995	18
10	1	24/10	2.4	1.00	10
รวม	186				806

$\bar{X}$ = 806/186 = 4.33 ลำ/วัน หรือ .1804 ลำ/ชม. หรือ 5.538 ชม./ลำ



รูป 4.4 กราฟแสดงการแจกแจงของช่วงเวลาการมาของเรือสินค้าที่สัมภอน

ตาราง 4.2

CHI SQUARE TEST **ของการแจกแจงการมาของเรือสินค้าที่บริเวณสันดอน เฉพาะที่เข้าท่าเรือคลองเตย**

จำนวนเรือที่เข้ามาในช่วงระยะเวลา 1 วัน	จำนวนความถี่ที่ได้จากข้อมูล (Oi)	การแจกแจงการมาของเรือตามทฤษฎี		$(Oi-Ei)^2$	$(Oi-Ei)^2/Ei$
		ความน่าจะเป็น	ความถี่ตามทฤษฎี (Ei)		
1	6	.0701	13.03	29.03	3.795
2	23	.1231	22.89	.0121	.0005
3	40	.1776	33.04	48.442	1.466
4	37	.1923	35.76	1.538	.043
5	30	.1665	30.97	.0941	.030
6	29	.1202	22.35	44.22	1.98
7	11	.0743	13.38	8.008	.579
8	7	.0402	7.48		
9	2	.0193	3.60 14.13	17.057	1.207
10	1	.0164	3.05		
รวม	186		186	χ^2 =	9.096

ในแต่ละช่วง 1 วัน จำนวน 186 ช่วง (186 วัน) ในช่วงเวลาดังกล่าวมีเรือสินค้าเข้ามาทั้งหมด 806 ลำ โดยในแต่ละช่วง 1 วัน จะมีเรือเข้ามา 1 - 10 ลำ อัตราการมาโดยเฉลี่ยของเรือสินค้าเท่ากับ 4.33 ลำ/วัน หรือ 5.538 ชม./ลำ หรือ .1804 ลำ/ชม. ซึ่งอัตราเฉลี่ยนี้จะนำมาใช้เป็นตัวแทนอัตราการมาของเรือสินค้าที่สันดอนในระบบงานจากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงการแจกแจงการมาของเรือสินค้าที่สันดอนในแต่ละช่วง 1 วัน และจากการนำความน่าจะเป็นสะสมและช่วงเวลาที่เรือเข้ามาพล็อตกราฟ ดังรูป 4.4 ปรากฏว่าลักษณะของเส้นกราฟมีลักษณะคล้ายการแจกแจงแบบเอ็กโปเน็นเชียล ดังนั้นจึงตั้งสมมุติฐานอัตราการมาของเรือสินค้าที่สันดอนมีการแจกแจงแบบ ปัวซอง สำหรับค่าเฉลี่ย (λ) = 0.1804 ลำ/ชม. จะใช้ในการคำนวณหาความน่าจะเป็นตามทฤษฎีแบบปัวซอง โดยแทนค่าดังกล่าวลงในสมการที่ 3.5.1 และจากการทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงโดย ใช้วิธีไคส์แควร์ จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งจากผลการคำนวณได้ค่า $\chi^2_t = 9.096$ และ χ^2 ที่ได้จากตารางในภาคผนวก ค ได้ค่า $\chi^2_{(8,0.05)} = 15.507$ โดยมีดีกรีแห่งความอิสระ = 8 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ผลจากการตรวจสอบค่า $\chi^2_t < \chi^2_{(8,0.05)}$ จึงยอมรับสมมุติฐานว่า อัตราการมาของเรือสินค้าที่สันดอนมีการแจกแจงแบบปัวซอง หรือช่วงเวลาการมาของเรือสินค้าที่สันดอน มีการแจกแจงแบบเอ็กโปเน็นเชียล ด้วยอัตรา 5.538 ชม./ลำ

4.3.2 การวิเคราะห์และการทดสอบข้อมูลการมาของเรือจากท่าต่าง ๆ

ในจำนวนเรือสินค้าทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการที่ท่าเรือคลองเตยไม่เพียงแต่เรือที่มาจากสันดอนเท่านั้น ยังมีเรือจากท่าต่าง ๆ ซึ่งมีสินค้าจำเป็นต้องขนถ่ายที่ท่าเรือคลองเตยด้วย ดังได้กล่าวแล้วในบทก่อน โดยเก็บข้อมูลในแต่ละช่วง 1 วัน เช่นกันใช้เวลาเก็บ 180 วัน ได้เรือสินค้า 119 ลำ ดังนั้นจะได้อัตราเฉลี่ยการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ ที่ท่าเรือเท่ากับ 0.6611 ลำ/วัน หรือ 36.30 ชม./ลำ หรือ 0.0275 ลำ/ชม. จากตาราง 4.3 แสดงการแจกแจงการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ ที่ท่าเรือคลองเตยในแต่ละช่วง 1 วัน เมื่อนำความน่าจะเป็นสะสมและช่วงเวลาที่เรือเข้ามาพล็อตกราฟ ดังรูป 4.5 ปรากฏว่าลักษณะของเส้นกราฟมีลักษณะคล้ายการแจกแจงแบบเอ็กโปเน็นเชียล ดังนั้น

ตาราง 4.3

แสดงการแจกแจงการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ เข้าท่าเรือคลองเตย

จำนวนเรือที่เข้ามาในช่วงเวลา 1 วัน (ti)	ความถี่ (Xi)	อัตราการเข้ารับบริการ ช.ม./ ลำ	ความน่าจะเป็นสะสม	XiTi
0	97	0	.539	0
1	55	24/1 24	.844	55
2	21	24/2 12	.961	42
3	6	24/3 8	.994	18
4	1	24/4 6	1.00	4
รวม	180			119

$\bar{X}$ = 119/180 = .66111 ลำ/วัน, หรือ = .02755 ลำ/ช.ม.

ตาราง 4.4

CHI SQUARE TEST ของการแจกแจงการมาของเรือจากท่าต่าง ๆ เข้าท่าเรือคลองเตย

จำนวนเรือที่เข้ามาในช่วงเวลา 1 วัน	ความถี่จากการเก็บข้อมูล (Oi)	การแจกแจงการมาของเรือตามทฤษฎี		$(Oi-Ei)^2$	$(Oi - Ei)^2 / Ei$
		ความน่าจะเป็น	ความถี่ตามทฤษฎี (Ei)		
0	97	.516278	92.93	16.5646	.17825
1	55	.341317	61.437	41.4359	.67444
2	21	.112824	20.308	.4784	.02355
3	6	.024863	4.4750	2.3245	.51941
4	1	.004718	.8490	.0227	
รวม	180		180.00	X^2 = 1.42241	

ในการทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจง เราจะตั้งสมมุติฐานว่าอัตราการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ ที่ท่าเรือคลองเตยมีการแจกแจงแบบปัวซอง ตาราง 4.4 แสดงถึงการตรวจสอบความเหมาะสมของการแจกแจงโดยวิธีไคสแควร์ ซึ่งผลการคำนวณได้ค่า X_t^2 = 1.42241 และค่า X^2 จากตารางในภาคผนวก ค ได้ค่า $X^2_{(3,05)}$ = 7.815 โดยมีดีกรีแห่งความอิสระเท่ากับ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการตรวจสอบ $X_t^2 < X^2_{(3,0.05)}$ ดังนั้น จึงยอมรับสมมุติฐานว่า อัตราการมาของเรือจากท่าต่าง ๆ มีการแจกแจงแบบปัวซอง

4.3.3 การวิเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสันดอนมายังท่าเรือคลองเตย

สำหรับเวลาดังกล่าว ภายในระบบงานที่ศึกษาได้แยกออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. เวลาที่ใช้เดินทางจากสันดอนมายังปากน้ำ
2. เวลาเดินทางจากปากน้ำมายังท่าเรือคลองเตย
3. เวลาที่ใช้ในการลากจูงเรือสินค้าเข้าเทียบท่า

จากข้อ 1. เก็บข้อมูลจากเรือสินค้า 126 ลำ มีลักษณะ การกระจายข้อมูลดังแสดงในตาราง 4.5 ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 1.70 ชม. และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 0.36406 และจากข้อ 2. เก็บข้อมูลจากเรือสินค้า 132 ลำ ดังตาราง 4.6 ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 1.303 ชม. และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ .1768 เมื่อพิจารณาดูจากข้อมูลทั้ง 2 ตาราง จะเห็นว่าข้อมูลเกือบทั้งหมดอยู่ในช่วงของค่าเฉลี่ยจะมีเบี่ยงเบนออกไปบ้างเพียงไม่กี่ตัว อีกประการหนึ่งเวลาที่ใช้ในช่วงทั้งสองนี้ เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในระบบทั้งหมดก็มีค่าเพียงเล็กน้อย ดังนั้นในการวิเคราะห์จะกำหนดให้เวลาที่ใช้จากสันดอนมายังปากน้ำเท่ากับ 1.73 ชม. และเวลาที่ใช้จากปากน้ำมายังท่าเรือคลองเตยเท่ากับ 1.303 ชม. คงที่

สำหรับข้อ 3. เป็นเวลาลากจูงเรือเข้าเทียบท่าโดยเริ่มนับตั้งแต่เวลาที่เรือสินค้ามาถึงหน้าท่าเรือคลองเตย จนกระทั่งเรือเข้าเทียบท่าและลวดเส้นแรกขึ้นคล้องพุกบนท่า จาก

ตาราง 4.5

การแจกแจงข้อมูลการใช้เวลาจากสันดอนถึงปากน้ำ

ช่วงเวลาที่ใช้	จำนวนเรือ
0.5 - .999	6
1.0 - 1.499	11
1.5 - 1.999	98
2.0 - 2.499	4
2.5 - 2.999	7
รวม	126

$\bar{X}$ = 1.37

= .36406

ตาราง 4.6

การแจกแจงข้อมูลการใช้เวลาจากปากน้ำถึงท่าเรือคลองเตย

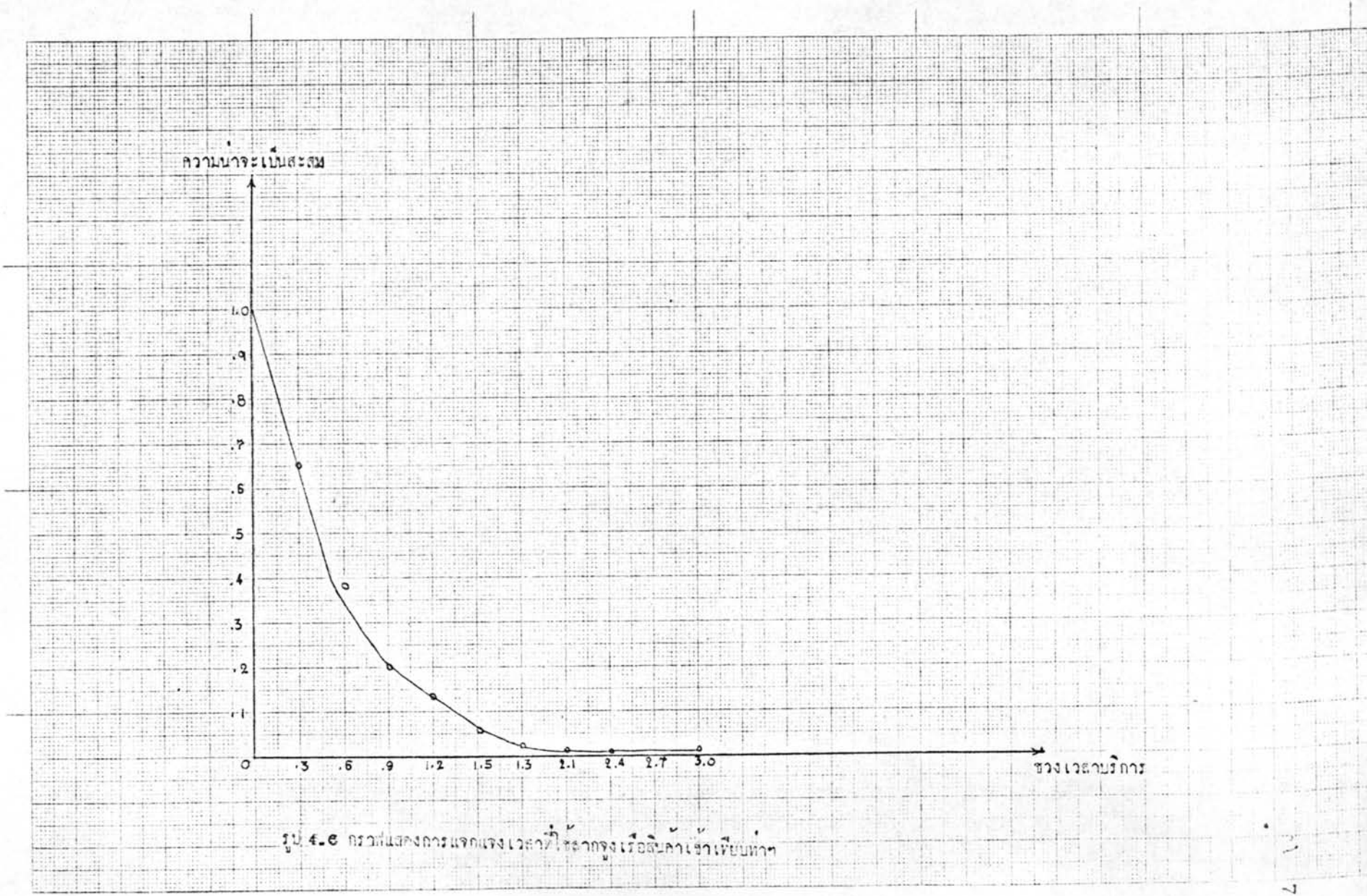
ช่วงเวลาที่ใช้	จำนวนเรือ
00 - 0.499	1
.50 - 0.999	0
1.00 - 1.499	118
1.50 - 1.999	11
2.00 - 2.499	2
รวม	132

$\bar{X}$ = 1.303

= .1768

ตาราง 4.7
แสดงการแจกแจงของข้อมูลเวลาที่ใช้ลากจูงเรือสินค้าเข้าเทียบท่าฯ

ช่วงเวลาที่ใช้	การแจกแจงของของข้อมูลที่เก็บได้			การแจกแจงของข้อมูลตามทฤษฎี	
	จำนวนเรือ	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ความน่าจะเป็น	จำนวนเรือตามทฤษฎี
0.0 - 0.299	49	0.345	1.000	0.393	56
0.3 - 0.599	38	0.268	0.655	0.238	34
0.6 - 0.899	26	0.183	0.387	0.144	19
0.9 - 1.199	10	0.07	0.204	0.088	12
1.2 - 1.499	11	0.077	0.134	0.053	7
1.5 - 1.799	5	0.035	0.057	0.032	6
1.8 - 2.099	2	0.014	0.022	0.019	3
2.1 - 2.399	0	0.0	0.008	0.012	2
2.4 - 2.699	0	0.0	0.008	0.007	1
2.7 - 2.999	1	0.007	0.008	0.011	2
รวม	142				142



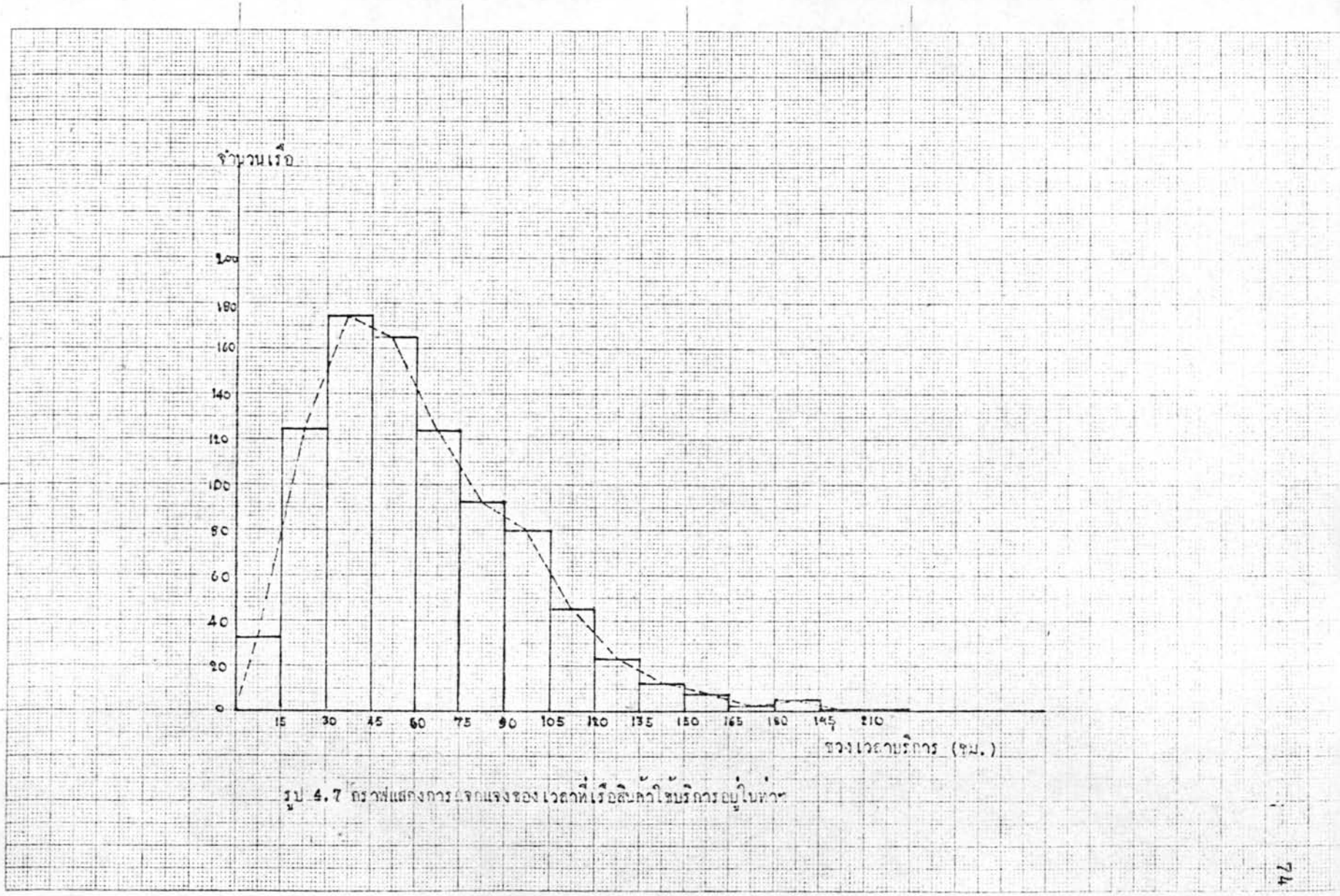
รูป 4.6 กราฟแสดงการแจกแจงเวลาที่ใช้จากจุงเรือสินค้าเข้าเทียบท่าฯ

ตาราง 4.8

CHI SQUARE TEST ของการแจกแจงเวลาที่ใช้ลากจูงเรือสินค้าเข้าเทียบท่าเรือคลองเตย

ช่วงเวลาที่ใช้	จำนวนเรือจากข้อมูลจริง (Oi)	จำนวนเรือตามทฤษฎี (Ei)	$(Oi-Ei)^2$	$(Oi-Ei)^2 / Ei$
0.0 – 0.299	49	56	49	.875
0.3 – 0.599	38	34	16	.470
0.6 _ 0.599	26	19	49	2.57
0.9 – 1.199	10	12	4	.333
1.2 – 1.499	11	7	16	2.285
1.5 – 1.799	5	6	1	.1666
1.8 – 2.099	2	3	1	.333
2.1 – 2.399	0	2	4	2.0
2.4 – 2.699	0	1	1	1.0
2.7 – 2.999	1	2	1	.5
X^2				10.533

$\bar{X}$ = .6



รูป 4.7 กราฟแสดงการกระจายของเวลาที่เรือสินค้าใช้บริการอยู่ในท่า

ตาราง 4.9

แสดงการแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการบริการบริเวณท่าเรือคลองเตย

ช่วงเวลาการใช้บริการ	การแจกแจงของข้อมูลที่เก็บได้		การแจกแจงของข้อมูลตามทฤษฎี	
	จำนวนเรือจริงที่ได้จากการเก็บข้อมูล	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็น	จำนวนเรือตามทฤษฎี
0.0 – 14.99	33	.0369	.0405045	36.21
15 – 29.99	125	.1398	.1506492	134.68
30 – 44.99	174	.1946	.1995083	178.00
45 – 59.99	165	.1846	.1861468	166.40
60 – 74.99	124	.1387	.1461221	130.63
75 – 89.99	93	.1040	.1034909	92.52
90 – 104.99	80	.0895	.0684634	61.20
105 – 119.99	46	.0514	.431458	38.57
120 – 134.99	23	.0257	.0262205	23.44
135 – 149.99	13	.0145	.0154916	13.84
150 – 164.99	8	.0089	.0089492	8.00
165 – 179.99	3	.0035	.0051015	4.54
180 – 194.99	5	.0056	.0028347	2.534
195 – 209.99	1	.0011	.0015629	1.4
210	1	.0011	.0018347	1.64
รวม	894			894.00

$\bar{X} = 61.728$

$\sigma^2 = 1218.893$

$\beta = 19.746 \approx 20$

$\alpha = 3.12 \approx 3$

$$F(X) = 1 - e^{-X/20} \frac{(X^2 + 40X + 800)}{800}$$

ตาราง 4.10

CHI SQUARE TEST ของการแจกแจงเวลาการให้บริการบริเวณท่าเรือคลองเตย

ช่วงเวลาการใช้บริการ	จำนวนเรือจริงที่ได้จากการเก็บข้อมูล (Oi)	จำนวนเรือตามทฤษฎี (Ei)	$(Oi - Ei)^2$	$(Oi - Ei)^2 / Ei$
0.0 – 14.99	33	36.21	10.301	.2845
15 – 29.99	125	134.68	93.697	.6957
30 – 44.99	174	178.00	16.002	.0899
45 – 59.99	165	166.44	1.9640	.0118
60 – 74.99	124	130.63	43.9569	.3365
75 – 89.99	93	92.52	.2304	.0025
90 – 104.99	80	61.20	353.44	5.7752
105 – 119.99	46	38.57	55.2049	1.4313
120 – 134.99	23	23.44	.1936	.0083
135 – 149.99	13	13.84	.7056	.0510
150 – 164.99	8	8.00	0	0
165 – 179.99	3	4.54		
180 – 194.99	5 > 10	2.53 > 10.114	.0130	.0130
195 – 209.99	1	1.4		
≥ 210	1	1.64		
χ^2				8.688

ข้อมูลที่เก็บทั้งหมด 142 ลำ ข้อมูลจะมีลักษณะการแจกแจงดังตาราง 4.7 ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6 ชม. เมื่อนำความน่าจะเป็นสะสมและช่วงเวลาในแต่ละชั้นมาพล็อตกราฟดังรูป 4.6 จะเห็นว่า กราฟมีลักษณะคล้ายการแจกแจงเอ็กโปเนนเชียล จึงตั้งสมมุติฐานให้เวลาที่ใช้ในการลากจูงมีการแจกแจงเอ็กโปเนนเชียล จากตาราง 4.8 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมโดยวิธี ไคสแควร์ ซึ่งผลการคำนวณได้ค่า $x_t^2 = 9.726$ และค่า x^2 จากตารางภาคผนวก ค ได้ค่า $x^2_{(8,0.05)}=+15.505$ โดยมีดีกรี- แห่งความอิสระเท่ากับ 8 ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ผลการตรวจสอบ $x_t^2 < x^2_{(8,0.05)}$ ดังนั้น จึงยอมรับสมมุติฐานว่า เวลาที่ใช้ในการลากจูงเป็นแบบเอ็กโปเนนเชียลด้วยค่าเฉลี่ย 0.6 ชม.

4.3.4 การวิเคราะห์และการทดสอบข้อมูลการให้บริการที่ท่าเรือคลองเตย

การให้บริการเรือสินค้าที่ท่าเรือคลองเตยจะเริ่มนับจากเวลาที่ลวดหรือเชือกเส้นแรกจากเรือสินค้าขึ้นคล้องพุกบนท่า จนกระทั่งเวลาที่เชือกหรือลวดเส้นสุดท้ายปลดจากพุกบนท่า ข้อมูลชุดนี้ได้จากรายงานสถิติประจำเดือนแสดงการใช้บริการท่าแผนกสถิติ กองวิชาการและทะเบียนปูนเรือประจำวัน แผนกท่า กองบริการฝ่ายการท่า การเก็บข้อมูลของเรือสินค้าที่ใช้บริการท่าได้กำหนดช่วงเวลาในแต่ละชั้นเท่ากับ 15 ชม. ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งหมด 894 ลำ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.728 ชม./ลำ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1218.893 จากการนำข้อมูลแต่ละชั้นมาสร้าง HISTOGRAM ดังรูป 4.7 จะเห็นว่าลักษณะของรูปคล้ายโค้งของการแจกแบบปกติ แต่เบ้ไปทางขวาจึงตั้งสมมุติฐานว่าข้อมูลของเวลาที่ใช้บริการท่ามีการแจกแจงแบบแกมมา (GAMMA)

ในการแจกแจงความน่าจะเป็นตามทฤษฎีของการแจกแจงแบบแกมมานี้จะต้องทราบค่าของ β และ α ซึ่งทั้ง β และ α นี้สามารถหาได้โดยแทนค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความแปรปรวน (σ^2) ลงในสมการ 3.5.3 และสมการ 3.5.4 ตามลำดับจากการแทนค่าดังกล่าวจะได้ค่า $\beta = 19.746 \approx 20$ และ $\alpha = 3.12 \approx 3$ นำค่า β และ α ไปหาความน่าจะเป็นโดยแทนค่า β และ α ลงในสมการ 3.5.2 ก็สามารถหาค่าความน่าจะเป็นในแต่ละชั้นได้ ในตาราง 4.9 แสดงการแจกแจงของข้อมูลการใช้บริการที่เก็บได้

และการแจกแจงที่คาดว่าจะได้ตามทฤษฎี และจากตาราง 4.10 เป็นการแสดงการทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงแบบแกมมาโดยวิธี ไควสแควร์ ซึ่งได้ค่า $x_t^2 = 8.688$ และค่า x^2 จากตารางภาคผนวก ฉ ได้ค่า $x^2_{(12,0.05)} = 21.026$ มีดีกรีแห่งความอิสระเท่ากับ 12 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการตรวจสอบคา $x_t^2 < x^2_{(12,0.05)}$ จึงยอมรับสมมุติฐานว่าการใช้บริการท่ามีการแจกแจงแบบแกมมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.728 และ $\sigma^2 = 1218.893$

4.3.5 การจัดข้อมูลให้กับ เกอท ทรีคิว และรายละเอียดของแต่ละแอ็คทิวิตี้

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จแล้ว เราจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาเจาะลงในบัตรตามแบบของ DATA CARD 4 โดยบัตรใบที่ 1 จะหมายถึง PARAMETER SET ตัวที่ 1 บัตรในใบที่ 2 หมายถึง PARAMETER SET ใบที่ 2 และบัตรใบที่ 3,4,5.....จะหมายถึง PARAMETER SET 3,4,5,.....ตามลำดับ จำนวน PARAMETER SET จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนบัตรข้อมูลที่ใส่ให้กับโปรแกรม เกอท ทีรคิว เมื่อเรารู้ค่า PARAMETER แล้วจึงกำหนดว่าจะให้แอ็คทิวิตี้ใดใช้ PARAMETER ตัวใด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับว่าโนดและแอ็คทิวิตี้นั้นแทนส่วนไหนของระบบงานจากระบบงานที่ศึกษา เราจะได้จำนวน PARAMETER รายละเอียดของแอ็คทิวิตี้แต่ละแอ็คทิวิตี้และแอ็คทิวิตี้นำเบอร์ ที่มีผลต่อการสับเปลี่ยนโนด ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ แสดงอยู่ในภาคผนวก ง

ตาราง 4.11 แสดงความสมเหตุสมผลของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

รายละเอียดการจำลองผล	ลำที่ 1		ลำที่ 2		ลำที่ 3		ลำที่ 4		ลำที่ 5	
	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง
เวลาที่เรือสินค้ามาถึงสันดอน	22.00	22.00	35.00	35.00	39.00	39.00	62.00	62.00	71.00	71.00
เวลาที่เรือสินค้าผ่านสันดอน	29.05	28.80	42.05	42.65	43.05	42.90	65.05	64.50	82.55	81.35
เวลาที่เรือสินค้าจอดรอที่สันดอน	7.05	6.80	7.05	7.65	4.05	3.90	3.05	2.50	11.55	10.35
เวลาที่เรือสินค้ามาถึงปากน้ำ	30.78	30.60	43.78	44.58	44.78	44.55	66.78	66.10	84.28	83.05
เวลาที่เรือสินค้ามาถึงหน้าท่า	32.08	31.85	45.08	45.95	46.08	45.95	68.08	67.55	85.58	84.25
เวลาที่เรือสินค้าเข้าเทียบท่า	32.19	31.96	46.87	47.74	46.18	46.05	68.57	68.04	85.73	84.40
เวลาที่เรือสินค้าออกจากท่า	121.19	120.96	115.32	116.19	126.18	126.05	137.57	137.04	110.43	109.10
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในระบบ	99.19	98.96	80.32	81.19	87.18	87.05	75.57	75.04	39.43	38.1

ตาราง 4.11 (ต่อ)

รายละเอียดการจำลองผล	ลำที่ 6		ลำที่ 7		ลำที่ 8		ลำที่ 9	
	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง	ผลการจำลอง	ผลข้อมูลจริง
เวลาที่เรือสินค้ามาถึงสันดอน	77.00	77.00	81.00	81.00	84.00	84.00	87.00	87.00
เวลาที่เรือสินค้าผ่านสันดอน	89.55	89.45	90.05	90.00	93.55	93.10	104.10	103.45
เวลาที่เรือสินค้าจอดรอที่สันดอน	12.55	12.45	9.05	9.00	9.55	9.1	17.1	16.45
เวลาที่เรือสินค้ามาถึงปากน้ำ	91.28	90.95	91.78	91.70	95.28	94.90	105.83	105.45
เวลาที่เรือสินค้ามาถึงหน้าท่า	92.58	92.30	93.08	92.95	96.58	96.00	107.13	106.65
เวลาที่เรือสินค้าเข้าเทียบท่า	94.04	93.76	95.29	95.16	96.98	96.40	107.44	106.96
เวลาที่เรือสินค้าออกจากท่า	111.04	110.76	157.29	157.16	128.98	128.40	166.44	165.96
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในระบบ	33.04	33.76	76.29	76.16	44.98	44.4	79.44	78.96

4.4 การทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (VALIDATION)

ไม่ว่าจะเป็นด้านทฤษฎีหรือปฏิบัติ เราไม่มีทางที่จะพิสูจน์ได้เลยว่า รูปแบบปัญหาที่ถูกสร้างขึ้นนั้น เป็นรูปแบบปัญหาซึ่งแทนระบบงานจริงที่แท้จริง ซึ่งจริง ๆ แล้ว เราก็ไม่มีความจำเป็นต้องทำเช่นนั้น เพราะสิ่งที่ต้องการจากรูปแบบปัญหา ก็คือ ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง กล่าวคือ เป็นผลลัพธ์ที่จะได้จากระบบงานจริง ดังนั้นการทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองว่าเป็นรูปแบบที่ถูกต้อง ก็คือการทดสอบว่าผลลัพธ์นั้นถูกต้องหรือไม่ ซึ่งในการทดสอบมีอยู่หลายวิธี แต่ในการวิจัยนี้จะวัดความสมเหตุสมผลของแบบจำลองด้วยวิธีการทดสอบเหตุการณ์ (EVENT VALIDITY) การทดสอบแบบนี้ทำโดยการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบปัญหากับผลลัพธ์ที่ได้จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง (ในอดีตหรือที่กำลังเกิดขึ้น) ถ้าได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับความจริงภายในช่วงที่ยอมรับได้ รูปแบบปัญหานั้นก็น่าจะเป็นรูปแบบปัญหาที่ถูกต้อง

วิธีการทดสอบ จะทำการทดสอบเรือสินค้า 9 ลำ เริ่มตั้งแต่เรือสินค้ามาถึงสันดอนจนกระทั่งเข้าเทียบท่าและออกจากท่าไป โดยจะกำหนดข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เกิดขึ้นจริงให้กับระบบ เช่น เวลาที่เรือมาถึงสันดอน, เวลาที่ใช้เดินทางจากสันดอนมายังท่าเรือคลองเตย, และเวลาที่ใช้บริการอยู่ในท่า, จำนวนท่าที่ว่างในขณะนั้น เป็นต้น แล้วทำการจำลองผลภายใต้ข้อมูลที่กำหนดให้นี้ หลังจากนั้นจึงตรวจดูผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงว่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด จากผลการจำลอง ดังแสดงในภาคผนวก ฉ เมื่อนำมาสรุปจะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตาราง 4.11 ซึ่งจากตารางที่ 4.11 ได้แสดงผลการจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง และจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากผลการจำลองและข้อมูลจริงมีความคลาดเคลื่อนกันไม่มากนัก สำหรับสาเหตุของความคลาดเคลื่อนนี้เกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ

1. ความคลาดเคลื่อนจากแบบจำลอง กล่าวคือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นจากโนดหนึ่งไปยังอีกโนดหนึ่ง บางแอ็คทิวิตี้เราต้องการให้เวลาเป็นศูนย์ แต่เราไม่สามารถกำหนดให้เป็นศูนย์ได้ เพราะจะทำให้แบบจำลองวนอยู่กับที่ เราจึงต้องกำหนดเวลาให้กับแอ็คทิวิตี้นั้นเพื่อให้แบบจำลองดำเนินต่อไป โดยมีผลกระทบต่อแบบจำลองน้อยที่สุด แอ็คทิวิตี้ดังกล่าวได้แก่ 5 - 10, 10 - 11, 11 - 12, ...25 - 5 เป็นต้น แต่ละแอ็คทิวิตี้ดังกล่าวนี้

ตาราง 4.12 แสดงการเปรียบเทียบผลเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองและจากข้อมูลที่เก็บได้ในรอบ 1 เดือน

รายละเอียดผลการจำลอง	ผลการจำลอง	ผลจากข้อมูลจริง	ความแตกต่าง (%)
จำนวนเรือสินค้าที่มาจากท่าต่าง ๆ (ลำ)	21	20	5
อัตราการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ (ชม./ลำ)	33.68	36.30	7.2
จำนวนเรือสินค้าที่มาที่สันดอน (ลำ)	120	130	7.6
อัตราการมาของเรือสินค้าที่สันดอน (ชม./ลำ)	5.96	5.538	7.6
จำนวนเรือที่ได้รับบริการ (ลำ)	149	149	0
เวลาทั้งหมดที่เรือสินค้าต้องจอดรอที่สันดอน (ชม.)	1930	1877.9	2.8
จำนวนเรือสินค้าทั้งหมดที่ต้องจอดรอ (ลำ)	82	77	6.5
เฉลี่ยที่เรือสินค้าแต่ละลำต้องจอดรอ (ชม.) (เฉพาะที่ต้องจอดรอ)	23.56	24.45	3.6
เฉลี่ยเวลาที่ใช้บริการอยู่ในท่า (ชม.)	60.155	61.728	2.5
เวลาที่ใช้ลากจูงเรือสินค้าเข้าเทียบท่า (ชม.)	.6002	.60	0
อัตราประโยชน์การใช้บริการท่า (%)	77.45	73.57	5.3

เรากำหนดให้ใช้เวลาเท่ากับ .02 ชม. ยกเว้นแอ็คทิวิตี้ 5 - 10 ใช้เวลา 0.5 ชม.

2. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากพนักงานนำร่อง กล่าวคือ ในแบบจำลองที่สร้างขึ้น เมื่อท่าว่างจากเรือสินค้าแล้ว ถ้าหากมีเรือสินค้ารออยู่ที่สันดอน เรือสินค้าลำนั้นก็จะแล่นผ่านสันดอน เพื่อเข้าเทียบท่าทันที แต่ในทางปฏิบัติจริง ๆ พนักงานนำร่องอาจจะเริ่มนำเรือสินค้าเข้าก่อน หรือหลังจากท่าว่างแล้วก็ได้ ทั้งนี้ทางพนักงานนำร่องจะต้องทราบว่า เมื่อนำเรือสินค้าเข้ามาแล้วจะต้องมีท่าว่างรออยู่แล้ว โดยมิต้องจอดรออยู่ในแม่น้ำ สำหรับเวลาที่ใช้เดินทางจากสันดอนมายังท่าเรือคลองเตย ก็มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดให้

จากความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น (ตาราง 4.11) พอจะเชื่อได้ว่าแบบจำลองนี้สามารถใช้แทนระบบงานจริงได้ และเพื่อให้เกิดความมั่นใจมากขึ้น จึงทำการทดสอบผลเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองผลในรอบ 1 เดือน เปรียบเทียบกับสถิติของการทำเรือฯ ในรอบ 1 เดือน เช่นกัน ดังแสดงในตาราง 4.12

จากผลการทดสอบทั้ง 2 ตารางดังกล่าว จึงพอเชื่อได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเป็นผลลัพธ์ที่แทนผลลัพธ์จากระบบงานจริงได้ และแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถแทนระบบงานจริงได้

ตารางที่ 4.13 รายละเอียดผลเฉลี่ยการจำลองท่าเรือ 16 ท่า ในรอบ 1 เดือน

รายละเอียดผลการจำลอง	ผลการจำลอง	โนดที่ใช้บันทึก
จำนวนเรือสินค้าที่มาจากท่าต่าง ๆ (ลำ)	21	31
อัตราการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ (ชม./ลำ)	33.68	31
จำนวนเรือสินค้าที่มาสันดอน (ลำ)	120	4
อัตราการมาของเรือสินค้าที่สันดอน (ชม./ลำ)	5.96	4
จำนวนเรือที่ได้รับบริการ (ลำ)	149	900 – 915
เวลาทั้งหมดที่เรือสินค้าต้องจอดรอที่สันดอน (ชม.)	1930	265
เฉลี่ยเวลาที่เรือสินค้าแต่ละลำต้องจอดรอที่สันดอน (ชม.)	15.44	–
จำนวนเรือสินค้าทั้งหมดที่ต้องจอดรอ (ลำ)	82	265 (ดูตาราง HISTOGRAM)
เฉลี่ยที่เรือสินค้าแต่ละลำต้องจอดรอ (ชม.) (เฉพาะที่ต้องจอดรอ)	23.56	–
จำนวนเรือสินค้าที่ได้รับบริการทันที (ลำ)	43	265 (ดูตาราง HISTOGRAM)
เฉลี่ยเวลาที่ใช้บริการอยู่ในท่า (ชม.)	60.155	900 – 915
เวลาที่ใช้ลากจูงเรือสินค้าเข้าเทียบท่า (ชม.)	.6002	850 – 865
อัตราประโยชน์การใช้บริการท่า (%)	77.45	800 – 815
เวลาทั้งหมดที่ใช้ระบบ (ชม.)	79.45	

4.5 ผลการจำลองรูปแบบปัญหา

จากรูปแบบปัญหาซึ่งแก้โดยใช้เทคนิค เกอท ทรีดิว ทำการจำลองรูปแบบปัญหา 30 ครั้ง โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุด ๆ ละ 10 ครั้ง ผลการจำลองจากคอมพิวเตอร์ แสดงในภาคผนวกที่ 6 เมื่อนำผลการจำลองทั้ง 30 ครั้ง มาสรุปจะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.13 ซึ่งพอสรุปผลการจำลองได้ดังนี้ คือ

เวลารอคอยที่สันดอน เวลาที่เรือสินค้าต้องจอดรอที่สันดอน จากโครงข่ายระบบงานที่สร้างขึ้นโดยเทคนิค เกอท ทรีดิว โนด 265 จะเป็นตัวบันทึกผลการรอคอยของเรือสินค้าที่สันดอนโดยเฉลี่ยแต่ละลำ ซึ่งจากการจำลองรูปแบบปัญหา 30 ครั้ง ได้ผลเฉลี่ยที่เรือแต่ละลำต้องเสียเวลาจอดรอที่สันดอนประมาณ 15.37 ชม. (ดูตารางที่ 4.13) หรือประมาณ 19.42 เปอร์เซ็นของเวลาที่ต้องใช้ทั้งหมดในระบบ ในแต่ละเดือนเรือสินค้าจะเสียเวลารอคอยที่สันดอนประมาณ 1930 ชม. ในจำนวนเรือสินค้าทั้งหมดแต่ละเดือนจะมีเรือสินค้าต้องจอดรอที่สันดอนประมาณ 82 ลำ ประมาณ 65.6 เปอร์เซ็นของเรือสินค้าทั้งหมดที่มาที่สันดอน เพื่อเข้าเทียบท่าเรือคลองเตย ดังนั้นโดยเฉลี่ยเรือที่ต้องจอดรอที่สันดอนจะเสียเวลาลำละ 23.55 ชม. สำหรับเรือสินค้าที่เข้ารับบริการได้ทันทีโดยมิต้องจอดรอที่สันดอน ในแต่ละเดือนจะมีเรือสินค้าประมาณ 42 ลำ หรือ 34.4 เปอร์เซ็น ส่วนของโครงข่ายระบบงาน เกอท ทีร์ดิว ที่บันทึกให้เห็นส่วนนี้คือ โนด 265 เช่นกัน ดังแสดงในภาคผนวก ฉ ส่วนของฮีตโตแกรม

สาเหตุที่เรือสินค้าต้องจอดรอที่สันดอน มีสาเหตุมาจากท่าไม่ว่างประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งคือ ระดับน้ำต่ำกว่าที่เรือจะเข้าเทียบท่าได้ ซึ่งปัญหาข้อหลังนี้ เป็นเรื่องของธรรมชาติยากที่จะควบคุมได้ สำหรับปัญหาเรือสินค้ารอเทียบท่าที่สันดอนจะนานเท่าใดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของทางท่าเรือฯ ว่าจะมีประสิทธิภาพสูงมากน้อยเพียงไร มีสาเหตุมากมายที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของท่าเรือฯ เช่น ความคับคั่งของโรงพักสินค้า คลังสินค้า และที่วางเก็บสินค้ากลางแจ้ง อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า ขนาดของท่าเรือฯ และจำนวนท่าที่เรือจะเข้าเทียบท่าได้ เป็นต้น

เวลาใช้บริการที่ท่าฯ จากตารางที่ 4.13 ระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่เรือสินค้าจอดใช้บริการอยู่ในท่า ซึ่งได้จากการจำลองผล ประมาณ 60.155 ชม. หรือประมาณ 76% ของเวลาที่ใช้ในระบบทั้งหมด จากผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าเวลาส่วนใหญ่ที่ใช้ไปได้เสียไปกับการจอดเทียบอยู่ในท่ามากที่สุด ดังนั้น ถ้าหากเราสามารถลดเวลาที่เรือสินค้าจอดเทียบท่าลงได้ ก็จะมีผลต่อเวลาที่ต้องใช้ในระบบมากที่สุด สำหรับระยะเวลาที่จอดอยู่ในท่าจะนานเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานขนถ่ายสินค้า (จะได้กล่าวถึงในบทต่อไป) วิธีการขนถ่ายสินค้า ความสามารถระบายสินค้าออกจากโรงพักสินค้า คลังสินค้า และที่วางเก็บสินค้ากลางแจ้ง เป็นต้น โครงข่ายระบบงานของ เกอท ทีรคิว ได้บันทึกเวลาส่วนนี้ ด้วยโนด 900 - 915 ซึ่งค่าเฉลี่ยจะเป็นค่าเฉลี่ยของท่าทั้ง 16 ท่า

เวลาเดินทาง เวลาเดินทางในระบบทั้งหมดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) เวลาเดินทางจากสันดอนผ่านร่องน้ำมายังปากน้ำ

2) เวลาจากปากน้ำมายังหน้าท่าเทียบเรือคลองเตย

โนดที่ทำการบันทึกเวลาส่วนนี้ คือ โนด 400 - 415 และ 600 - 615 ตามลำดับ สำหรับเวลาที่ใช้ในการเดินทางของเรือสินค้าจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความลึก, ความกว้าง และเส้นทางเดินเรือของร่องน้ำ, ความยาวและระยะกินน้ำลึกของเรือสินค้า, ความสามารถในการนำร่องของพนักงานนำร่อง, กระโจมไฟและเครื่องหมายเดินเรือ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณของเรือสินค้าที่จอดทิ้งสมอกลางแม่น้ำ ทั้งนี้เพราะการจอดเรือสินค้าโดยการทิ้งสมอจะทำให้ตัวเรือเบนไปตามความแรงและทิศทางของลมและกระแสน้ำ ทำให้กีดขวางการเดินเรือมาก เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้เดินทางทั้งสองส่วนนี้ ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันเท่าไรนัก ในแบบจำลองจึงกำหนดให้มีค่าคงที่ คือ เวลาจากสันดอนผ่านร่องน้ำมายังปากน้ำ 1.73 ชม. และเวลาจากปากน้ำมาถึงหน้าเทียบเรือคลองเตย 1.303 ชม. สำหรับเวลาซึ่งใช้ในการลากจูงเรือเข้าเทียบท่าฯ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเรือสินค้า ประสิทธิภาพของเรือลากจูง ความกว้างและความลึกของหน้าท่าฯ และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ สภาพบริเวณจุดกลับลำของเรือสินค้า ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือและด้านใต้ของท่าเทียบเรือคลองเตย เรือสินค้าที่จะเข้า

เทียบท่าเรือคลองเตย และออกจากท่าเทียบเรือคลองเตยจะต้องมากลับลำที่บริเวณจุดกลับลำด้านเหนือหรือด้านใต้ของท่าฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับน้ำและจุดหมายปลายทางที่เรือสินค้าจะไปต่อไป ซึ่งบริเวณจุดกลับลำทั้ง 2 แห่งนี้ ระดับน้ำมักสูงไม่เพียงพอทำให้เรือสินค้าต้องไปหาที่กลับลำที่ใกล้ที่สุดตรงบริเวณที่ว่างในแม่น้ำ อีกประการหนึ่งโดยปกติความกว้างของบริเวณจุดกลับลำเรือจะต้องมีความกว้างเป็น 2 เท่าของเรือฯ แต่บริเวณจุดกลับลำเรือดังกล่าวมีความกว้างเพียง 250 เมตร ซึ่งถ้าหากเรือสินค้าที่มีขนาดยาวกว่า 125 เมตร ก็จะทำให้กลับลำเรือได้ลำบากมาก จากผลการจำลองระยะเวลาในการลากจูงเรือสินค้า โดยเฉลี่ยลำละ .6 ชม.

อย่างไรก็ดีระยะเวลารวมทั้งหมดจากสันดอนมาถึงท่าเทียบเรือคลองเตย เมื่อคิดเทียบกัน ระยะเวลาที่เรือจอดเทียบท่าได้เพียง 6% เท่านั้น จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระยะจากสันดอนมาถึงท่าเรือฯ ไม่ค่อยจะมีผลต่อระบบเท่าไรนัก ถ้าหากระยะเวลานี้จะเปลี่ยนแปลงไปบ้างและเราอาจจะรวมเวลาดังกล่าวเข้ากับเวลาที่เรือจอดเทียบท่าให้เป็นเวลาบริการเดียวกันได้ โดยไม่มีผลต่อผลลัพธ์มากนัก

<u>จุดคอขวด</u> (BOTTLENECK) เรือสินค้าที่บรรทุกสินค้าขาเข้ามาขนถ่ายลงที่ท่าเรือคลองเตย เรือบางลำภายหลังจากขนถ่ายสินค้าลงเรียบร้อยแล้วต้องไปขนสินค้าขาออกที่ท่าอื่น ๆ ต่อไปอีก ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปเรือสินค้าเหล่านั้นจะต้องทำการขนถ่ายสินค้าขาเข้าลงที่ท่าเรือคลองเตยก่อน จึงสามารถไปขนสินค้าขาออกได้ ในปัจจุบันมีท่าต่าง ๆ สำหรับขนถ่ายสินค้าขาออกได้ 50 ท่า แต่มีท่าที่จะรับขนถ่ายสินค้าขาเข้าเพียง 16 ท่า ดังนั้นจึงทำให้เกิดลักษณะคอขวดขึ้นที่บริเวณสันดอนและจุดจอดเรือต่าง ๆ ในแม่น้ำ กล่าวคือจำนวนท่าเทียบเรือสินค้าขาเข้าที่ไม่เพียงพอกับปริมาณเรือสินค้าที่เข้ามาที่สันดอน

<u>อัตราประโยชน์ของท่าเรือฯ</u> จากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองแสดงถึงอัตราประโยชน์ของท่าเรือฯ ซึ่งสูงถึง 77.45 % โดยเฉลี่ย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเรือสินค้าที่เข้ามาใช้บริการมีอยู่เกือบตลอดเวลา ตามปกติแล้วอัตราประโยชน์ของท่าเรือโดยเฉลี่ยควรจะประมาณ 50-60%[1] เพื่อจะได้สามารถรับเรือสินค้าที่มีการมาไม่แน่นอนได้อย่างเพียงพอ เพื่อให้มีเวลาในการเคลีย

(1) THE PORT OF BANGKOK, DECEMBER, 1978, BERTHING SPACE, PARAGRAPH 96)

สินค้าที่ขนถ่ายจากเรือให้เรียบร้อยเสียก่อน ปัญหาที่มีสาเหตุทำให้อัตราประโยชน์ของท่าเรือสูงกว่าปกติก็คือ ปัญหาเรือที่มาบรรทุกสินค้าขาออก ซึ่งเป็นปัญหามากในขณะนี้ ทำให้เรือที่จะเข้ามาขนถ่ายสินค้าเข้าเทียบท่าไม่ได้ ประมาณ 7% ของเรือสินค้าเป็นเรือบรรทุกสินค้าขาออก ถ้าหากสามารถจัดให้เรือเหล่านี้ไปขนถ่ายยังท่าเรืออื่น หรือหลักผูกเรือกลางน้ำได้ก็จะช่วยแบ่งเบาภาระท่าเรือคลองเตยได้ 7% นอกจากนี้ก็ยังมีเรือรับส่งผู้โดยสารและเรือหาร เข้ามาใช้ท่าเทียบเรืออีก แต่ก็เป็นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการจำลองเมื่อมีจำนวนท่าที่เหมาะสม

รายละเอียดผลการจำลอง	ผลการจำลอง
จำนวนเรือสินค้าที่มาจากท่าต่าง ๆ (ลำ)	21
อัตราการมาของเรือสินค้าจากท่าต่าง ๆ (ชม./ลำ)	33.27
จำนวนเรือสินค้าที่มาที่สันดอน (ลำ)	122
อัตราการมาของเรือสินค้าที่สันดอน (ชม./ลำ)	5.882
จำนวนเรือที่ได้รับบริการ (ลำ)	152
เวลาทั้งหมดที่เรือสินค้าต้องจอดรอที่สันดอน (ชม.)	205
เฉลี่ยเวลาที่เรือสินค้าแต่ละลำต้องจอดรอที่สันดอน (ชม./ลำ)	1.608
จำนวนเรือสินค้าทั้งหมดที่ต้องจอดรอ (ลำ)	58
เฉลี่ยท่าเรือสินค้าแต่ละลำต้องจอดรอ (ชม.) (เฉพาะที่ต้องจอดรอ)	3.534
จำนวนเรือสินค้าที่ได้รับบริการทันที (ลำ)	69
เฉลี่ยเวลาที่ใช้บริการอยู่ในท่า (ชม.)	60.76
เวลาที่ใช้ลากจูงเรือสินค้าเข้าเทียบท่า (ชม.)	0.584
อัตถประโยชน์การใช้บริการท่า (%)	57.75
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในระบบ (ชม.)	65.401

4.6 การจำลองแบบเพื่อหาจำนวนท่าที่เหมาะสม

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองรูปแบบปัญหาท่าเรือคลองเตยที่ผ่านมาในหัวข้อที่แล้ว อัตราประโยชน์ของท่าเรือสูงถึง 77 - 78% แสดงให้เห็นถึงภาวะคับคั่งของท่าเรือ ซึ่งสมควรได้รับการปรับปรุงและแก้ไข มิเช่นนั้นท่าเรือจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจเท่าที่ควร การแก้ไขโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพในการขนถ่ายสินค้าเป็นทางหนึ่ง ซึ่งจะช่วยแบ่งเบาภาระได้บ้าง แต่ปัญหาใหญ่ที่ทำให้เกิดภาวะคับคั่งก็คือ ปริมาณสินค้าเข้ามีปริมาณสูงขึ้นจนเกินขีดความสามารถของท่าเรือจะรับได้ จากตัวเลขที่ได้จากแผนกสถิติสำนักวิชาการ การท่าเรือแห่งประเทศไทย ปริมาณสินค้าที่ขนถ่ายขึ้นท่าเรือคลองเตย ปี 2522 ประมาณ 3,728,995 ตัน ในขณะที่วิสัยสามารถของท่าเรือคลองเตยมีเพียง 3,700,000 ตัน ซึ่งแนวโน้มของสินค้าขาเข้านี้มีปริมาณสูงขึ้นเรื่อย ๆ การที่จะแก้ไขปัญหานี้ได้ก็คือ จะต้องมีท่าเรือรับสินค้าเพิ่มขึ้น สำหรับในการวางแผนการจำลองแบบ จะสร้างแบบจำลองขึ้น เพื่อจะหาว่าในภาวะปัจจุบันควรจะมีท่าเทียบเรือกี่ท่าจึงจะเหมาะสม โดยการพิจารณาจะถือเอาอัตราประโยชน์ของท่าเรือเป็นเกณฑ์ตัดสิน ถ้าหากผลการจำลองอัตราประโยชน์ของท่าเรืออยู่ในช่วง 50 - 60% ก็จะถือว่าจำนวนท่าในแบบจำลองนั้นเป็นจำนวนท่าที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

ในการจำลองรูปแบบปัญหาตามแผนการจำลองที่ได้วางไว้ ในแต่ละรอบจะใช้เวลา 1 เดือน โดยทำการจำลองผล 15 รอบ สำหรับผลการจำลองแสดงในภาคผนวก ช ซึ่งสรุปได้ผลดังแสดงในตาราง 4.14

จากตาราง 4.14 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองแสดงให้เห็นว่าจำนวนท่าเทียบเรือที่เพียงพอกับสภาวะของจำนวนเรือสินค้า และสินค้าเข้าในปัจจุบันจะต้องมีท่าเทียบเรือสินค้าถึง 22 ท่า ซึ่งจะทำให้มีอัตราประโยชน์การใช้บริการท่า 57.75% หากมีการขยายเขื่อนให้สามารถรับเรือสินค้าได้ถึง 22 ลำ ก็จะทำให้เวลาการรอคอยที่สันดอนของเรือสินค้าลดลงจากเดิม 15.44 ชม./ลำ เหลือ 1.608 ชม./ลำ (ลดลง 13.83 ชม./ลำ) และจำนวนเรือสินค้าที่ต้องจอดรอที่สันดอนในแต่ละเดือนจะลดลงประมาณ 24 ลำ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในระบบ 65.40 ชม. ลดลงจากเดิม 14.05 ชม. สำหรับเวลาที่ลดลงนี้มีผลเนื่องมาจาก เวลาที่ใช้

ในการรอคอยที่สั้นลงเพียงอย่างเดียว สำหรับระยะเวลาที่เรือจอดเทียบอยู่ภายในท่าอาจจะลดน้อยลงได้ ถ้าหากมีการปรับปรุงเครื่องมือยกขนให้ทันสมัยได้อย่างเพียงพอ

อย่างไรก็ดี ในการจำลองแบบดังกล่าวนี้ เราสมมุติว่าลูกค้าของท่าเรือฯ มีพฤติกรรมอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน จะมีการเปลี่ยนแปลงก็เฉพาะจำนวนท่าเทียบเรือที่เพิ่มขึ้นเท่านั้น ซึ่งจริง ๆ แล้วเราจะต้องคำนึงถึงความต้องการทางด้านต่าง ๆ ของท่าเรืออีกเช่น การกำหนดความสามารถของท่าเรือ การวางแผนงานท่าเรือ กำลังรับสินค้าของท่าเทียบเรือ ตลอดจนการใช้ท่าเรือของเรือสินค้า ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับตำบลที่ตั้งของท่าเรือภาคพื้นดินอยู่มาก เพราะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะมีผลทำให้สินค้าผ่านเข้าและออกจากท่าเรือติดต่อกันไป ทั้งในด้านที่มาจากเรือและในด้านที่มาจากทางบก ดังนั้นพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่ หรือพื้นที่ที่มีอยู่เดิมของท่าเรือคลองเตย อาจจะใช้ให้เป็นประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจได้ไม่เต็มที่เสียแล้ว และถึงแม้ว่าท่าเรือคลองเตยในปัจจุบันจะไม่สามารถสนองความต้องการในอนาคตได้ก็ตาม แต่ก็ไม่อาจสร้างท่าเทียบเรือใหม่มาแทนท่าเรือเก่าได้เลยทั้งหมด ดังนั้นในอาณาบริเวณท่าเรือคลองเตยจึงจำต้องได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่ ให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้