

การกำหนดปริมาณเงินสดสำรองที่เหมาะสมให้เครื่องเบิกถอนเงินอัตโนมัติ: กรณีศึกษา ธนาคารแห่งหนึ่งในประเทศไทย

อัครณี ภักดีวงษ์^{*1} และ กาญจน์ภา อมรัชกุล²

คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (NIDA) 118 ถนนเสรีไทย เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

บทคัดย่อ

กรณีศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเงินสดสำรองที่เหมาะสมให้กับเครื่องเบิกถอนเงินอัตโนมัติของธนาคารแห่งหนึ่งในประเทศไทย การวิเคราะห์ใช้ตัวแบบ Newsvendor โดยกำหนดระดับการให้บริการที่ 98% ตัวแปรสุ่มซึ่งแทนปริมาณเงินเบิกถอนในแต่ละรอบเติมเงิน (3.5 วัน) สร้างมาจาก 2 วิธีดังนี้ 1) พิจารณาปริมาณเบิกถอนรวมต่อรอบเติม 2) พิจารณาปริมาณเบิกถอนต่อหนึ่งรายการถอนร่วมกันกับจำนวนรายการถอนต่อรอบเติม จากการวิเคราะห์ข้อมูลรายการกดเงินสดย้อนหลัง 24 เดือน ของเครื่องเบิกถอนเงินสดจำนวน 11 เครื่องซึ่งถูกคัดเลือกจากบริเวณที่ต่างกัน และมีรายการเบิกถอนเงินสดอย่างต่อเนื่อง พบว่า นโยบายจากวิธีที่ 2 ทำให้ปริมาณเงินสดสำรองต่อรอบการเติมและปริมาณเงินสดคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเติมน้อยกว่านโยบายปัจจุบันและนโยบายจากวิธีที่ 1 โดยสามารถลดปริมาณเงินสดสำรองลงและลดปริมาณเงินสดคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเติมได้ 35.66% และ 59.01% ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณเงินที่เกินความต้องการของลูกค้า อีกนัยหนึ่งคือสามารถช่วยลดเงินทุนที่จมอยู่กับเครื่องเบิกถอนเงินอัตโนมัติและทำให้กระแสเงินสดของธนาคารเกิดสภาพคล่องมากขึ้น

คำสำคัญ: การประยุกต์ใช้ตัวแบบสโทแคสติค, ตัวแบบสินค้าคงคลัง, การจัดการโซ่อุปทาน

* Corresponding author. E-mail: di_a_mond@hotmail.com

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี คณะสถิติประยุกต์

² รองศาสตราจารย์ คณะสถิติประยุกต์

Determination of Optimal Cash Level Reserved in Automated Teller Machines (ATMs) : A Case Study of a Commercial Bank in Thailand

Akkanee Phukdeewong^{*1} and Kannapha Amaruchkul²

Graduate School of Applied Statistics, National Institute of Development Administration (NIDA)

118 Serithai Road, Bangkok, Bangkok 10240 THAILAND

Abstract

In this case study, we determine the cash levels in automated teller machines (ATMs) operated by one of the major commercial banks in Thailand. Our problem was formulated as a newsvendor model, in which the objective was to maintain a service level of 98 percent. A random cash demand during one cycle (3.5 days) was constructed by two different methods: 1) based on the total amount of cash withdrawals ; and 2) modeled as a random sum of the amount of cash withdrawals per each transaction, compounded by the total number of transactions. We analyzed 24-month historical data from 11 ATMs continuously operating at various places. Our study reveals that the policy based on method 2 outperforms the policy based on method 1 and the policy that the bank currently implements. Specifically, the expected cash level and the expected cash leftover could be reduced by 35.66% and 59.01% respectively, if the policy based on method 1 were implemented. Thus, better cash flow management and less capital tied up could be achieved.

Keywords: Stochastic model applications; Inventory model; Supply chain management

* Corresponding author. E-mail: di_a_mond@hotmail.com

¹ Student in Logistics Programme, School of Applied Statistics, Graduate School of Applied Statistics, National Institute of Development Administration (NIDA)

² Associate Professor in School of Applied Statistics, Graduate School of Applied Statistics, National Institute of Development Administration (NIDA)

1. ที่มาและความสำคัญ

บทความนี้ศึกษาปริมาณสินค้าคงคลังในรูปแบบของเงินสดสำรอง ณ เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ [Automatic Teller Machine (ATM)] ของสถาบันการเงินแห่งหนึ่งในประเทศไทย ณ สิ้นเดือนมิถุนายน พ.ศ.2554 ธนาคารมีเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติทั่วประเทศจำนวน 7,310 เครื่อง ซึ่งมีการเติมเงินสดให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติบริเวณกรุงเทพฯ และปริมณฑลสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สำหรับพื้นที่ต่างจังหวัดจะเติมสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ด้วยปริมาณที่ทางธนาคารได้กำหนดไว้ ปัจจุบันทางธนาคารพบว่าการขอปรับเงินสดสำรองจากปริมาณที่ตั้งไว้ประมาณ 1,000 - 1,500 เครื่องต่อวัน ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ธนาคารไม่ได้ปรับปรุงให้เป็นไปตามปริมาณความต้องการเบิกถอนเงินสดที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้มีกระบวนการทำงานเพิ่มขึ้นจากกระบวนการทำงานปกติเพื่อสนับสนุนการขอปรับปริมาณเงินสดสำรอง ด้วยสาเหตุดังกล่าวผู้ศึกษาจึงต้องการหาปริมาณเงินสดสำรอง ณ เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติที่เหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการเบิกถอนเงินสดของลูกค้าและไม่มากเกินไปกว่าความต้องการของลูกค้าทั้งนี้ยังคงความพึงพอใจในบริการที่ดีให้กับลูกค้าและให้มีผลกระทบจากความเสี่ยงในเรื่องของความปลอดภัยน้อยที่สุด โดยเงินสดสำรองที่เกินความต้องการนั้นธนาคารสามารถนำไปบริหารให้เกิดสภาพคล่องและผลกำไรต่อไปได้

การวิจัยนี้จะนำตัวแบบ Newsvendor มาใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณการเติมเงินสดสำรองที่เหมาะสมให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติในรอบหนึ่ง ๆ นั่นคือ มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าและมีปริมาณคงเหลือน้อยที่สุด เพื่อให้ธนาคารสามารถตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าได้ด้วยการบริหารงานที่ใช้ต้นทุนต่ำและเพิ่มศักยภาพในการทำกำไร จึงได้นำหลักการการจัดการสินค้าคงคลังดังกล่าวเป็นตัวศึกษา กำหนดทิศทางการวิเคราะห์ปัญหา ปรับปรุงแก้ไขและวัดผล เพื่อให้สามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้และเกิดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ

2. แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลังมีหลายความหมาย อาทิเช่น หมายถึงสินทรัพย์จัดการดำเนินงานและการผลิต เป็นปัจจัยนำเข้า

ของกระบวนการผลิตที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง [1] หรือหมายถึงวัสดุต่าง ๆ ที่ธุรกิจหรือองค์กรจัดหามาถือครองไว้เพื่อขายหรือจัดเตรียมไว้เพื่อป้อนเข้าหรือจัดส่งเข้าสู่กระบวนการผลิต [2]

ต้นทุนสินค้าคงคลังเป็นต้นทุนหลักส่วนหนึ่งในต้นทุนโลจิสติกส์ขององค์กรและบริษัทค้าปลีกจำนวนมาก [3] ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังมีส่วนประกอบหลัก ๆ อยู่ 4 ส่วน คือต้นทุนของเงินทุน ต้นทุนบริการ คือ ต้นทุนการจัดเก็บ และต้นทุนความเสี่ยง

ต้นทุนอีกส่วนหนึ่ง คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อซ้ำ (Reorder cost) ต้นทุนในการติดตั้ง (Set-up cost) และต้นทุนการขาดสินค้าคงคลัง (Shortage cost) ซึ่งวัดได้ยาก ต้นทุนส่วนนี้ถูกใช้เพื่อพยายามสะท้อนโทษของการไม่ถือครองสินค้าคงคลังมากเพียงพอกับความต้องการ ซึ่งอาจนำไปสู่การสูญเสียกำไรเนื่องจากการสูญเสียการขาย การเสียชื่อเสียง และต้นทุนในการจัดส่งตามคำสั่งซื้อแบบเร่งด่วนพิเศษ

หากจำแนกตัวแบบการจัดการสินค้าคงคลังตามข้อกำหนดด้านปริมาณความต้องการ/อุปสงค์ (Demand) จะได้ตัวแบบซึ่ง 1) กำหนดให้ปริมาณความต้องการทราบค่า (Deterministic) และ 2) กำหนดให้ปริมาณความต้องการมีค่าไม่แน่นอน (Stochastic/random) ในกลุ่มแรกนั้นแบ่งย่อยได้เป็นตัวแบบซึ่ง 1.1) กำหนดให้ปริมาณความต้องการคงที่ (Constant) และ 1.2) กำหนดให้ปริมาณความต้องการไม่คงที่สามารถเปลี่ยนไปตามเวลา (Time-varying demand) ตัวแบบ 1.1) มักรู้จักในนามของตัวแบบปริมาณสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity (EOQ) model) ตัวแบบ 1.2) เรียกว่า ตัวแบบ Lot sizing ซึ่งมีแนวทางการแก้ปัญหาเช่น Silver-Meal heuristic algorithm หรือโปรแกรมพลวัต (Dynamic program) ของ Wagner-Whitin

สำหรับตัวแบบที่กำหนดให้ปริมาณความต้องการมีค่าไม่แน่นอนนั้น มีทั้ง 2.1) ตัวแบบที่มีการตัดสินใจครั้งเดียว (Single-period model) สำหรับสินค้าที่มีอายุการเก็บจำกัด (Limited shelf life) และ 2.2) ที่มีการตัดสินใจหลายครั้ง (Multi-period model) สำหรับสินค้าโดยมากที่ไม่มีปัญหาอายุการจัดเก็บ หากสั่งซื้อมาแล้วขายไม่หมด สามารถเก็บเป็นสินค้าคงคลังไว้เพื่อขายในอนาคตได้ ตัวแบบ 2.1) มักถูกเรียกว่า ตัวแบบ Newsvendor ตัวอย่างสินค้าที่เหมาะสมจะใช้ตัวแบบนี้ ได้แก่ ตัวสินค้าเองมีอายุการใช้งานในช่วงสั้น ๆ เช่น หนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสารรายปักษ์ อาหารที่ขายวันต่อวัน

หรือความต้องการของลูกค้ามีเพียงช่วงสั้น ๆ หรือเป็นเทศกาล เช่น ปฏิทินซึ่งมีความต้องการสูงในช่วงปลายปีต่อต้นปี เลือกันหนาวตามสมัยนิยมซึ่งมีความต้องการสูงในช่วงฤดูหนาว

2.2 การประยุกต์ใช้ตัวแบบ Newsvendor เพื่อกำหนดเงินสต็อกสำรอง

ในตัวแบบ Newsvendor เราต้องตัดสินใจสั่งซื้อก่อนทราบปริมาณความต้องการ สามารถสั่งซื้อได้เพียงแค่ครั้งเดียวและจะต้องสั่งผลิตสินค้าหรือสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้าก่อนจะถึงฤดูกาลขาย โดยระหว่างฤดูกาลขายนั้นก็มีปริมาณความต้องการไม่แน่นอนหากสั่งซื้อค่าน้อยเกินความต้องการของลูกค้าก็จะไม่สามารถสั่งเพิ่มได้อีก ทำให้เสียโอกาสในการขายในทางตรงกันข้ามหากสั่งซื้อค่านมากเกินไปเกินความต้องการจนใช้หรือขายไม่หมด จะมีสินค้าคงเหลือ เนื่องจากไม่สามารถเก็บสินค้าไว้ขายในฤดูกาลต่อไปได้เกิดเป็นความเสียหายหรือต้นทุนจากการสั่งซื้อสินค้าคงคลังมากเกินไป เช่น สินค้าหมดอายุ เสื่อมความนิยม หมดคุณค่า ฯลฯ

ในบทความนี้ เราต้องการทราบปริมาณเงินสดที่ต้องเติมให้เครื่องเบิกถอนอัตโนมัติในแต่ละรอบการเติม ซึ่งคือ 3.5 วัน จากข้อมูลที่มีอยู่เราพบว่า สำหรับแต่ละเครื่อง ปริมาณเงินสดที่ถูกถอนในแต่ละรอบมีค่าไม่แน่นอน ตัวแบบที่นำมาประยุกต์ใช้จึงต้องเป็นแบบในกลุ่ม 2 ซึ่งมีการกำหนดให้ปริมาณความต้องการเป็นแบบสโตนแคสติง ในแต่ละรอบการเติม หากมีเงินที่เหลือในเครื่องจากรอบที่ผ่านมา เงินเหลือทั้งหมดจะถูกนำออกจากเครื่อง เงินสดที่เตรียมมาสำหรับในรอบการเติมนี้จะถูกบรรจุไปแทน และไม่มีการเติมเงินเพิ่มจนกระทั่งสิ้นรอบนี้ จึงมองได้ว่า เงินสดที่เติมให้เครื่องมี “อายุการเก็บ” จำกัด หรือใช้เพื่อสนองความต้องการเงินในช่วงหนึ่งรอบการเติมเท่านั้น เราต้องการทราบปริมาณเงินสดที่ต้องเติมก่อนทราบปริมาณความต้องการจริงในแต่ละรอบ หากปริมาณเงินสดที่เติมมีค่าน้อยกว่าปริมาณเงินที่ต้องการจริง ทำให้เงินหมดตูดก่อนสิ้นรอบการเติม ลูกค้าไม่สามารถเบิกถอนเงินที่ต้องการได้ อาจส่งผลให้ระดับการให้บริการลูกค้า (Customer service level) ต่ำกว่าที่ธนาคารกำหนดไว้ในทางตรงกันข้ามหากปริมาณเงินสดที่เติมสูงกว่าปริมาณเงินที่ต้องการจริงในช่วง 3.5 วัน แสดงว่ามีเงินเหลือในตู้ อาจทำให้เกิดค่าเสียโอกาส (Opportunity cost) ขึ้นเพราะธนาคารอาจสามารถนำเงินนี้ไปลงทุนอื่นและได้รับผลตอบแทนดีกว่าการที่ปล่อยให้มีเงินเหลือในตู้ซึ่งไม่มีผลตอบแทนใด ๆ ต่อธนาคาร

ปัญหาการตัดสินใจปริมาณเงินสดที่ต้องเติมให้เครื่องเบิกถอนอัตโนมัตินี้จึงเหมาะที่จะประยุกต์ใช้ตัวแบบ 2.1 หรือตัวแบบ Newsvendor

ในตัวแบบ Newsvendor เกณฑ์การตัดสินใจว่าปริมาณการสั่งซื้อควรเป็นเท่าใด มีสองหลักใหญ่ คือ ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายรวม และระดับการให้บริการ หากใช้เกณฑ์แรก ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุดคือปริมาณที่ทำให้ค่าคาดหวังของค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด ค่าใช้จ่ายรวมมีทั้งค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขายสินค้าไม่หมด (Overage cost) และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการมีสินค้าไม่พอขาย (Underage cost) หากใช้เกณฑ์สอง ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุดคือปริมาณสูงสุดที่ยังคงรักษาระดับการให้บริการที่กำหนดไว้ได้ [4] เรียกเกณฑ์แรกว่ากรณีความเสียหาย และเกณฑ์สองว่ากรณีทั่วไป

สำหรับกรณีศึกษานี้จะวิเคราะห์หาปริมาณการเติมเงินสดในแต่ละรอบโดยใช้ระดับการให้บริการที่ของธนาคารเป็นตัวกำหนด นิยามระดับการให้บริการเป็นโอกาสที่มีเงินเพียงพอในหนึ่งรอบการเติม เช่น หากธนาคารกำหนดระดับการให้บริการที่ร้อยละ 98 ปริมาณการเติมเงินสดที่เหมาะสมที่สุดคือปริมาณมากที่สุดที่ทำให้โอกาสที่มีเงินเพียงพอมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 98 หรืออีกนัยหนึ่งคือ โอกาสที่มีเงินไม่พอเกิดขึ้นไม่เกินร้อยละ 2

2.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ตัวแบบ Newsvendor มีบรรยายในตำราการจัดการสินค้าคงคลัง เช่น บทที่ 11 ใน [5] บทที่ 10 ใน [6] บทความที่นำตัวแบบ Newsvendor มาแก้ปัญหาทางการเงิน เช่น [7] ได้นำตัวแบบ Newsvendor มาใช้ในการคำนวณหาจำนวนเงินกู้ยืมที่เหมาะสมและทำให้เสียอัตราดอกเบี้ยน้อยที่สุด

จากที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 2.2 ปัญหาการกำหนดปริมาณเงินสดสำรองให้ตู้ ATM สามารถนำตัวแบบ newsvendor มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาได้งานวิจัยที่ผ่านมา เช่น [8] เป็นวิทยานิพนธ์ที่ศึกษาปัญหาการจัดการระดับเงินในตู้ ATM ภายใต้อายุที่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete information) [9] หาวิธีการจัดการระดับเงินในเครือข่ายของตู้ ATM โดยมีการใช้เครือข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network) มาพยากรณ์ปริมาณความต้องการเงินของแต่ละตู้ในเครือข่ายและใช้กระบวนการที่เหมาะสมที่สุด

(Optimization procedure) เพื่อประมาณระดับเงินสำรองในแต่ละตู้

กรณีศึกษาที่น่าสนใจตัวแบบ Newsvendor มาใช้วิเคราะห์หาปริมาณเงินสดสำรอง ณ เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ ตามประเภทของสถานที่ตั้งแตกต่างกันไป ซึ่งจะช่วยลดปริมาณเงินสดคงเหลือลง โดยที่ยังคงรักษาระดับการให้บริการตามนโยบายของธนาคารได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมาข้างต้น พบว่ามีงานวิจัยที่น่าสนใจตัวแบบ newsvendor มาใช้ในธุรกิจการเงินการธนาคารค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะการวิเคราะห์หาระดับเงินสำรองด้วยวิธีการที่ 2

3. กระบวนการเติมเงินสด

กระบวนการเติมเงินสดให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติมีส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกัน 2 ส่วนหลัก คือฝ่ายปฏิบัติการเงินสดทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะเงินสดและออกคำสั่งบรรจุเงินสดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมดูแลทั้งในส่วนของการวางแผนการเติมเงินที่เป็นแผนปกติ และการเติมเงินเมื่อเงินสดที่เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติหมดระหว่างรอบการเติมเงิน ด้วยปริมาณเงินสดที่ทางธนาคารได้กำหนดไว้ 2 นโยบาย ได้แก่

1. เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติที่ตั้งอยู่ในสถานที่ที่มีจำนวนรายการเบิกถอนไม่มาก เช่น เขตชุมชน ตลาด เป็นต้น จะเติมเงินสดขั้นต่ำ 3 ช่องจากทั้งหมด 5 ช่อง โดยเติมธนบัตร 1000 บาท 500 บาท 100 บาท ประเภทละ 1 ช่องเติม
2. เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติที่ตั้งอยู่ในสถานที่ที่มีจำนวนรายการเบิกถอนมาก เช่น ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น จะเติมเงินสดจำนวน 4 ช่องจากทั้งหมด 5 ช่องหรือเติมให้เต็มหมดทั้ง 5 ช่อง

โดยในเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ 1 เครื่อง มีช่องใส่เงินสดทั้งหมด 5 ช่อง โดยแต่ละช่องสามารถบรรจุธนบัตรได้สูงสุด 3,000 ใบ และธนบัตรต่างชนิดกันจะต้องแยกช่องบรรจุ ซึ่งปัจจุบันมีนโยบายการเติมเงินสดขั้นต่ำที่เติมให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติจะต้องมีจำนวนเงินเท่ากับ 4,800,000 บาท

บริษัทขนส่งเงินสด ทำหน้าที่บรรจุเงินสดใส่กล่องและขนเงินไปเติมยังเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติที่รถแต่ละคันรับผิดชอบ โดยรถ 1 คันจะรับผิดชอบในการเติมเงินสดให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดจำนวน 60 เครื่องในเส้นทางที่

กำหนดไว้ ซึ่งทำการเติมโดยนำกล่องบรรจุเงินสดที่ต้องการเปลี่ยนออกไม่ว่าจะมีเงินเหลือหรือไม่ก็ตาม และนำกล่องบรรจุเงินใบใหม่ใส่เข้าไปแทนที่ โดยกล่องบรรจุเงินสดที่ถูกเปลี่ยนออกก็จะถูกนำกลับไปยังศูนย์ปฏิบัติการเงินสดเข้าสู่กระบวนการนำเงินออกจากกล่องบรรจุเงินสด และกระบวนการตรวจสอบเงินว่าจำนวนเงินตั้งต้น จำนวนเงินที่ถูกเบิกถอน และจำนวนเงินคงเหลือนั้นถูกต้องหรือไม่ ปัจจุบันทางธนาคารว่าจ้างบริษัทขนส่งเงินสดโดยจ่ายเงินคงที่เป็นรายเดือน ซึ่งหมายความว่าถ้ามีการเติมเงินสดระหว่างรอบเติมในกรณีเงินสดที่เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติหมดก่อนถึงรอบการเติมก็จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเกิดขึ้น

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 จัดการข้อมูลรายการเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อได้ง่าย ตัวแปรที่นำไปวิเคราะห์มีดังนี้

- รหัสเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ
- วัน/เดือน/ปี ที่มีการเบิกถอนเงินสด
- จำนวนเงินสดที่ถูกเบิกถอน

หลังจากนั้นจึงรวมจำนวนเงินสดที่มีการเบิกถอนในแต่ละรายการเป็นรายสัปดาห์ทั้งหมด 104 สัปดาห์ จากปริมาณเงินสดที่ถูกเบิกถอนจากเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ ทั้ง 11 เครื่อง ซึ่งมาจากการเลือกเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติที่ไม่ได้มีการโยกย้ายสถานที่หรือมีเหตุที่ต้องปิดบริการในเขตบางกะปิ และมีรายการเบิกถอนเงินสดเป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้แสดงถึงลักษณะของการเบิกถอนเงินสดของลูกค้าย่างแท้จริง โดยคัดเลือกตามประเภทของสถานที่ตั้งที่ละหนึ่งเครื่อง

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาลักษณะการเบิกถอนเงินสดของแต่ละสถานที่ตั้ง

ขั้นตอนที่ 3 หารูปแบบการเติมเงินในกล่องใส่เงินสดที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งกำหนดเงินสำรองขั้นต่ำ คือ ธนบัตร 1,000 บาท 1,000 ใบ ธนบัตร 500 บาท 1,000 ใบ และธนบัตร 100 บาท 1,000 ใบ โดยการเพิ่มจำนวนธนบัตรไม่ว่าจะเป็นธนบัตรชนิดใดก็ตามต้องเพิ่มครั้งละ 1,000 ใบ เพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานและง่ายต่อตรวจสอบจำนวนเงินทั้งขาบรรจุและขาที่เก็บจากเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติเมื่อสิ้นรอบ

ในที่นี้หารูปแบบการเติมเงินได้ทั้งสิ้น 2,457 แบบ ซึ่งจำนวนเงินสำรองที่เหมาะสมที่สุดมีได้หลายรูปแบบแต่จะเลือกรูปแบบที่ใช้จำนวนช่องใส่เงินน้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์หานโยบายการเติมเงินสดสำรองที่เหมาะสม โดยกำหนดระดับการให้บริการที่ร้อยละ 98 นั่นคือ โอกาสที่เงินพอเพียงต่อความต้องการเบิกถอนเงินสด มีค่าเท่ากับ $\alpha = 0.98$ กำหนดรอบการเติม คือ 3.5 วัน ต่อครั้งให้ x แทนจำนวนเงินสดที่เติมให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ และให้ D เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนเงินที่ถูกเบิกถอนในรอบการเติม จะได้ว่าระดับการให้บริการ ซึ่งคือ ความน่าจะเป็นที่เงินพอเพียงต่อความต้องการเบิกถอนเงินสดคำนวณได้จาก ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ปริมาณความต้องการมีค่าไม่เกินจำนวนเงินสดซึ่งเติมในเครื่อง

$$\alpha = P(D \leq x) \quad (1)$$

การวิเคราะห์แบบที่ 1 พิจารณาจำนวนเงินเบิกถอนต่อหนึ่งรอบการเติมสมมติให้ D มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) μ และความแปรปรวน (Variance) σ^2 ซึ่งประมาณได้จากมีซิมตัวอย่าง (Sample mean) และความแปรปรวนตัวอย่าง (Sample variance) ของข้อมูลในอดีต ดังแสดงในตารางที่ 1) จากสมการ (1) ระดับการให้บริการคำนวณได้ดังนี้

$$\alpha = P(D \leq x) = \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \quad (2)$$

โดยที่ Φ แทนฟังก์ชันแจกแจงสะสม (cumulative distribution function) ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน (standard normal distribution) ในการวิเคราะห์แบบที่ 1 ปริมาณเงินสดที่เติมให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติสามารถคำนวณจาก (2) ได้ดังนี้

$$x_1^* = \mu + \sigma\Phi^{-1}(\alpha) \quad (3)$$

โดยที่ $\Phi^{-1}(p)$ แทนเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100p$ ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน นำสมการ (3) ไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณเงินสดสำรองของเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติทั้ง 11 เครื่อง การเติมเงินสดในครั้งต่อไปโดยแล้วจึงเลือกรูปแบบการเติมเงินที่ใกล้เคียงที่สุดเพื่อใช้เป็นนโยบายในการเติมเงินสดในครั้งต่อไป

การวิเคราะห์แบบที่ 2 พิจารณาจำนวนเงินเบิกถอนต่อหนึ่งรายการถอนและจำนวนรายการเบิกถอนต่อหนึ่งรอบการเติม

ให้ T เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนรายการเบิกถอนในรอบการเติม ให้ Y_i แทนจำนวนเงินถูกเบิกของรายการถอนที่ i สมมติให้ Y_1, Y_2, \dots เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงเหมือนกัน (independent and identically distributed) จำนวนเงินที่ถูกเบิกถอนในรอบการเติมคือ

$$D = \sum_{i=1}^T Y_i \quad (4)$$

เป็นผลรวมสุ่ม (Random sum) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$\eta = E[D] = E[T]E[Y_1] \quad (5)$$

$$\gamma^2 = \text{var}(D) = E[T] \text{var}(Y_1) + \text{var}(T)(E[Y_1])^2 \quad (6)$$

ทำนองเดียวกับการวิเคราะห์แบบที่ 1 ปริมาณเงินสดที่เติมให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$x_2^* = \eta + \gamma\Phi^{-1}(\alpha) \quad (7)$$

นำสมการ (4) ไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณเงินสดสำรองของเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติทั้ง 11 เครื่อง เพื่อใช้เป็นนโยบายในการเติมเงินสดในครั้งต่อไปแล้วจึงเลือกรูปแบบการเติมเงินที่ใกล้เคียงที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 จำลองนโยบายใหม่ตามหลักการข้างต้น ซึ่งใช้ข้อมูลทั้งสิ้น 104 สัปดาห์ หรือเท่ากับ 208 รอบการเติมเงิน โดยแบ่งข้อมูล 24 สัปดาห์แรกมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณเงินสดสำรองเป็นนโยบายการเติมเงิน แล้วนำไปใช้กับอีก 80 สัปดาห์ที่เหลือ

ขั้นตอนที่ 6 เปรียบเทียบนโยบายปัจจุบันกับนโยบายใหม่และสรุปผลซึ่งเป็นหนึ่งในวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ ที่ต้องการให้ปริมาณเงินสดสำรอง ณ เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติคงเหลือน้อยที่สุด คำนวณปริมาณเงินสดคงเหลือจากสมการ

$$E[(x - D)^+] = x - E[D] - E[(D - x)^+] \quad (8)$$

ถ้า D มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2 แล้ว

$$E[(D - x)^+] = \sigma L(z) \quad (9)$$

โดยที่

$$L(z) = \int_z^{\infty} (t - z)\phi(t)dt = \phi(z) - z[1 - \Phi(z)] \quad (10)$$

เมื่อ $z = (x - \mu) / \sigma$ และ ϕ แทนฟังก์ชันความหนาแน่น (Density function) ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการจำลองนโยบายการเงินสด

สถานที่ตั้งของเครื่องเบิกเงินสดอัตโนมัติแต่ละแห่งจะมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการเบิกถอนเงินสดของลูกค้าโดยเฉลี่ยต่อรอบการเติมเงินสดไม่เท่ากันดังตารางที่ 1 ดังนั้นจึงควรมีการจัดการที่แตกต่างกันตามปริมาณความต้องการของลูกค้า

จากนโยบายปัจจุบันพบว่าปัญหาจากระดับบริการไม่ถึงมาตรฐานที่ธนาคารกำหนดมีจำนวนไม่มากแต่กลับพบว่ามีจำนวนเงินคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเติมรวม 11 เครื่องเป็นจำนวนเงิน 33,615,394 บาท หรือเฉลี่ยเครื่องละ 3,055,945 บาท ซึ่งเป็นจำนวนเงินที่สามารถนำไปบริหารให้เกิดประโยชน์ได้ ดังตารางที่ 2

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทั้งสิ้น 104 สัปดาห์เพื่อนำไปใช้เป็นนโยบายของข้อมูลเดิม ที่ทำให้มีระดับบริการตามที่ธนาคารกำหนด และมีจำนวนเงินคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเติม น้อยที่สุดโดยพิจารณา 2 นโยบาย ดังนี้

นโยบายที่ 1 พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนเงินเบิกถอนต่อหนึ่งรอบการเติมจากการคำนวณปริมาณเงินที่เพียงพอต่อความต้องการ ระดับการให้บริการที่ 98% และนำไปกำหนดจำนวนเงินสำรองในรูปแบบที่เป็นไปได้ที่ใกล้เคียงที่สุดพร้อมกับตรวจสอบระดับการให้บริการอีกครั้งดังตารางที่ 3

นโยบายที่ 2 พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนเงินเบิกถอนต่อหนึ่งครั้งการกดและค่าเฉลี่ยจำนวนรายการถอนต่อหนึ่งรอบการเติมดังตารางที่ 4 เมื่อคำนวณปริมาณเงินที่เพียงพอต่อจำนวนเงินสำรองในรูปแบบที่เป็นไปได้ที่ใกล้เคียงที่สุดพร้อมกับตรวจสอบระดับการให้บริการอีกครั้งดังตารางที่ 5

เมื่อเปรียบเทียบนโยบายการสำรองเงินสดปัจจุบัน กับนโยบาย 1 และ 2 เพื่อดูระดับบริการและจำนวนเงินคงเหลือ

เมื่อสิ้นรอบการเติมจะได้ดังตารางที่ 6 และ 7

จากตารางที่ 6 และ 7 พบว่าจากนโยบายที่ 1 และ 2 มีระดับบริการที่ได้มาตรฐานมากกว่านโยบายปัจจุบัน อีกทั้งยังมีจำนวนเงินสำรองของเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติน้อยกว่านโยบายปัจจุบันจำนวน 16,500,000 บาทต่อหนึ่งรอบการเติม และ 18,600,000 บาทต่อหนึ่งรอบการเติม ตามลำดับ นอกจากนี้จำนวนเงินคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเติมของนโยบายที่ 1 และ 2 มีจำนวนน้อยกว่านโยบายปัจจุบัน 17,316,422 บาทต่อหนึ่งรอบการเติม และ 19,461,246 บาทต่อหนึ่งรอบการเติมตามลำดับ

5.2 ผลการจำลองนโยบาย เมื่อนำวิธีการข้างต้นไปประยุกต์ใช้ในการจำลองนโยบายใหม่ โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่นำมาสร้างนโยบาย 24 สัปดาห์ และส่วนที่นำนโยบายไปใช้ 80 สัปดาห์ จะได้นโยบายการสำรองเงินสดทั้ง 2 นโยบายรวมนโยบายปัจจุบัน ดังตารางที่ 8 - 10

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนเงินสดสำรองและจำนวนเงินสำรองคงเหลือต่อรอบการเติมของทั้ง 3 นโยบายจะได้ดังตารางที่ 11-12 จากข้อมูลข้างต้นจะอธิบายการวิเคราะห์แยกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

พิจารณาจำนวนเงินสำรองต่อรอบการเติมจากการจำลองนโยบายทั้ง 3 นโยบาย

ในตารางที่ 11 พบว่านโยบายที่ 1 ใช้เงินสำรองลดลงจากนโยบายปัจจุบันเฉลี่ย 32.08% ต่อเครื่อง หรือคิดเป็นเงิน 17,900,000 บาท ซึ่งมีเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ 3 เครื่อง ได้แก่ S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1S1A1560: แอมเวย์สำนักงานใหญ่ และ S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1 ที่ต้องใช้เงินสำรองมากขึ้นเนื่องจากนโยบายเติมสำรองเงินน้อยกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้าซึ่งทำให้ระดับบริการน้อยกว่า 98% ตามที่ทางธนาคารได้กำหนดไว้ จึงจำเป็นต้องสำรองเงินเพิ่มมากขึ้น

สำหรับนโยบายที่ 2 ใช้เงินสำรองลดลงจากนโยบายปัจจุบันเฉลี่ยต่อเครื่อง 35.66% หรือคิดเป็นเงิน 19,900,000 บาท ซึ่งมีเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ 2 เครื่อง ได้แก่ S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1 และ S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1 ที่ต้องใช้เงินสำรองมากขึ้นเนื่องจากนโยบายเติมสำรองเงินน้อยกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้าซึ่งทำให้ระดับบริการน้อยกว่า 98% ตามที่ทางธนาคารได้กำหนดไว้ จึงจำเป็นต้องสำรองเงินเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 1 ลักษณะปริมาณการถอนเงินสดของลูกค้าในแต่ละรอบการเติม

ประเภทของสถานที่ตั้ง	สถานที่ตั้ง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ย่านธุรกิจ	สาขาคลองจิ้น	1,653,973	544,408
เขตชุมชน	บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	733,178	419,026
สถานศึกษา	เซเว่นฯ ร.ร.เทัญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	1,392,851	676,119
สถานีบริการน้ำมัน	ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	4,154,413	1,073,976
โรงพยาบาล	รพ.ลาดพร้าว	1,269,695	407,375
ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่	บิ๊กซี หัวหมาก	1,062,394	566,734
โรงงาน	บ.โอสถสภา รามคำแหง	394,136	378,922
ตลาด	ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	922,661	299,105
อาคารสำนักงาน	แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	3,503,401	1,002,287
ห้างสรรพสินค้า	สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	7,339,980	2,228,250
มหาวิทยาลัย	สถาบันจัดพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	662,807	303,886

ตารางที่ 2 จำนวนเงินสำรองและระดับบริการของนโยบายปัจจุบัน

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	จำนวนเงินสำรอง	ระดับการบริการ	เงินคงเหลือเมื่อสิ้น
	ปัจจุบัน (บาท)	ที่ได้ $P(D \leq X)$	รอบ, $E[(x-D)^+]$
S1A9196 : สาขาคลองจิ้น	4,800,000	100.00%	3,146,027
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	4,800,000	100.00%	4,066,822
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เทัญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	4,800,000	100.00%	3,407,149
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	4,800,000	72.61%	826,408
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	4,800,000	100.00%	3,530,305
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	4,800,000	100.00%	3,737,606
S1A1717: บ.โอสถสภา รามคำแหง	4,800,000	100.00%	4,405,864
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	4,800,000	100.00%	3,877,339
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	4,800,000	90.21%	1,342,851
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	7,800,000	58.18%	1,137,830
S1A4725: สถาบันจัดพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	4,800,000	100.00%	4,137,193
		รวม	33,615,394
		เฉลี่ย	3,055,945

ตารางที่ 3 ปริมาณเงินสดสำรองของนโยบายที่ 1

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	ปริมาณเงินที่เพียงพอ ต่อความต้องการ ณ ระดับบริการ 0.98	จำนวนเงิน สำรอง (บาท)	ระดับการบริการที่ ได้ $P(D \leq X)$
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	2,772,050	2,800,000	98.24%
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	1,593,752	1,600,000	98.07%
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เพ็ญสมิทธ์ รามคำแหง 68	2,781,429	2,800,000	98.13%
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	6,360,091	6,400,000	98.17%
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	2,106,340	2,200,000	98.88%
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	2,226,324	2,300,000	98.55%
S1A1717: บ.โอสถสภา รามคำแหง	1,172,346	1,600,000	99.93%
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	1,536,947	1,600,000	98.82%
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	5,561,846	5,600,000	98.18%
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	11,916,246	10,800,000	93.98%
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	1,286,912	1,600,000	99.90%

ตารางที่ 4 ปริมาณและจำนวนครั้งการเบิกถอนเงินสดต่อหนึ่งรอบการเติม (จำนวนรายการ หน่วย: ครั้ง จำนวนเงิน หน่วย:บาท)

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	จำนวนรายการเบิกถอน ในแต่ละรอบการเติม		จำนวนเงินถูกเบิกถอน ของแต่ละรายการ		จำนวนเงินสดถอนในแต่ละ รอบการเติม	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	325	90	5,090	6,417	1,653,973	473,896
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	212	88	3,463	5,164	733,178	313,126
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เพ็ญสมิทธ์ รามคำแหง 68	392	160	3,554	5,247	1,392,851	577,075
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	749	138	5,545	6,590	4,154,413	788,320
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	321	64	3,954	5,223	1,269,695	270,653
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	413	144	2,573	4,137	1,062,394	379,252
S1A1717: บ.โอสถสภา รามคำแหง	87	72	4,527	5,399	394,136	327,915
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	311	80	2,965	4,750	922,661	252,483
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	844	175	4,150	5,209	3,503,401	743,334
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	1,096	280	6,694	7,006	7,339,980	1,887,610
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	205	68	3,241	4,561	662,807	229,603

ตารางที่ 5 ปริมาณเงินสดสำรองของนโยบายที่ 2

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	ปริมาณเงินที่เพียงพอ ต่อความต้องการ ณ ระดับบริการ 0.98	จำนวนเงิน สำรอง (บาท)	ระดับการบริการ ที่ได้ P(D<=X)
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	2,627,237	2,700,000	98.64%
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	1,376,260	1,600,000	99.72%
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เจริญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	2,578,019	2,600,000	98.18%
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	5,773,424	5,800,000	98.16%
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	1,825,548	1,900,000	99.01%
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	1,841,282	1,900,000	98.64%
S1A1717: บ.โอสถสภา รามคำแหง	1,067,591	1,600,000	99.99%
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	1,441,197	1,600,000	99.63%
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	5,030,022	5,100,000	98.41%
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	11,216,658	10,800,000	96.66%
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	1,134,354	1,600,000	100.00%

ตารางที่ 6 ระดับบริการของนโยบายทั้งหมด

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	นโยบายปัจจุบัน		นโยบายที่ 1		นโยบายที่ 2	
	จำนวนเงิน สำรอง	ระดับการ บริการที่ได้	จำนวนเงิน สำรอง	ระดับการ บริการที่ได้	จำนวนเงิน สำรอง	ระดับการ บริการที่ได้
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	4,800,000	100.00%	2,800,000	98.24%	2,700,000	98.64%
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	4,800,000	100.00%	1,600,000	98.07%	1,600,000	99.72%
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เจริญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	4,800,000	100.00%	2,800,000	98.13%	2,600,000	98.18%
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	4,800,000	72.61%	6,400,000	98.17%	5,800,000	98.16%
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	4,800,000	100.00%	2,200,000	98.88%	1,900,000	99.01%
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	4,800,000	100.00%	2,300,000	98.55%	1,900,000	98.64%
S1A1717: บ.โอสถสภา รามคำแหง	4,800,000	100.00%	1,600,000	99.93%	1,600,000	99.99%
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	4,800,000	100.00%	1,600,000	98.82%	1,600,000	99.63%
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	4,800,000	90.21%	5,600,000	98.18%	5,100,000	98.41%
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	7,800,000	58.18%	10,800,000	93.98%	10,800,000	96.66%
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	4,800,000	100.00%	1,600,000	99.90%	1,600,000	100.00%
รวม	55,800,000		39,300,000		37,200,000	

ตารางที่ 7 จำนวนเงินคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเติมของนโยบายทั้งหมด

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	นโยบายปัจจุบัน		นโยบายที่ 1		นโยบายที่ 2	
	จำนวนเงิน	จำนวนเงิน	จำนวนเงิน	จำนวนเงิน	จำนวนเงิน	จำนวนเงิน
	สำรอง	คงเหลือ	สำรอง	คงเหลือ	สำรอง	คงเหลือ
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	4,800,000	3,146,027	2,800,000	1,149,499	2,700,000	1,048,295
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	4,800,000	4,066,822	1,600,000	869,776	1,600,000	867,087
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เพ็ญสมิทธ์ รามคำแหง 68	4,800,000	3,407,149	2,800,000	1,411,755	2,600,000	1,210,967
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	4,800,000	826,408	6,400,000	2,252,710	5,800,000	1,650,865
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	4,800,000	3,530,305	2,200,000	931,870	1,900,000	631,216
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	4,800,000	3,737,606	2,300,000	1,240,506	1,900,000	839,414
S1A1717: บ.โอสภสกา รามคำแหง	4,800,000	4,405,864	1,600,000	1,205,939	1,600,000	1,205,874
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	4,800,000	3,877,339	1,600,000	678,554	1,600,000	677,623
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	4,800,000	1,342,851	5,600,000	2,103,230	5,100,000	1,600,807
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	7,800,000	1,137,830	10,800,000	3,517,855	10,800,000	3,484,807
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	4,800,000	4,137,193	1,600,000	937,279	1,600,000	937,194
รวม	55,800,000	33,615,394	39,300,000	16,298,972	37,200,000	14,154,148

ตารางที่ 8 ปริมาณเงินสำรองและปริมาณเงินคงเหลือจากการจำลองนโยบายปัจจุบันเป็นเวลา 80 สัปดาห์

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	เงินสำรองต่อ	เงินเหลือรวม	เงินเหลือเฉลี่ยต่อ
	หนึ่งรอบการเติม	(80 สัปดาห์)	หนึ่งรอบการเติม
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	4,800,000	502,780,000	3,142,375
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	4,800,000	640,125,000	4,000,781
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เพ็ญสมิทธ์ รามคำแหง 68	4,800,000	526,625,741	3,291,411
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	4,800,000	101,625,200	635,158
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	4,800,000	204,950,200	1,280,939
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	4,800,000	601,062,500	3,756,641
S1A1717: บ.โอสภสกา รามคำแหง	4,800,000	716,930,900	4,480,818
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	4,800,000	619,469,500	3,871,684
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	4,800,000	207,790,200	1,298,689
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	7,800,000	145,708,200	910,676
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	4,800,000	664,466,600	4,152,916
รวม	55,800,000	4,931,534,041	30,822,088

ตารางที่ 9 ปริมาณเงินสำรองและปริมาณเงินคงเหลือจากการจำลองนโยบายที่ 1 เป็นเวลา 80 สัปดาห์

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	เงินสำรองต่อ	เงินเหลือรวม	เงินเหลือเฉลี่ยต่อ
	หนึ่งรอบการเติม	(80 สัปดาห์)	หนึ่งรอบการเติม
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	2,800,000	182,780,000	1,142,375
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	1,600,000	128,352,100	802,201
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เจริญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	2,800,000	206,625,741	1,291,411
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	5,400,000	184,103,500	1,150,647
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	2,300,000	164,378,800	1,027,368
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	2,200,000	185,284,000	1,158,025
S1A1717: บ.โอเอสสภา รามคำแหง	1,600,000	204,930,900	1,280,818
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	1,600,000	107,469,500	671,684
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	5,200,000	269,304,400	1,683,153
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	10,800,000	543,847,800	3,399,049
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	1,600,000	152,466,600	952,916
รวม	37,900,000	2,329,543,341	14,559,646

ตารางที่ 10 ปริมาณเงินสำรองและปริมาณเงินคงเหลือจากการจำลองนโยบายที่ 2 เป็นเวลา 80 สัปดาห์

เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ	เงินสำรองต่อ	เงินเหลือรวม	เงินเหลือเฉลี่ยต่อ
	หนึ่งรอบการเติม	(80 สัปดาห์)	หนึ่งรอบการเติม
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	2,600,000	151,086,000	944,288
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	1,600,000	128,352,100	802,201
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เจริญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	2,700,000	190,625,741	1,191,411
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	5,100,000	140,735,200	879,595
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	1,900,000	100,974,100	631,088
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	1,800,000	122,939,300	768,371
S1A1717: บ.โอเอสสภา รามคำแหง	1,600,000	204,930,900	1,280,818
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	1,600,000	107,469,500	671,684
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	4,600,000	177,807,100	1,111,294
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	10,800,000	543,847,800	3,399,049
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	1,600,000	152,466,600	952,916
รวม	35,900,000	2,021,234,341	12,632,715

ตารางที่ 11 จำนวนเงินสำรองเมื่อสิ้นรอบการเติมจากการจำลองนโยบายทั้งหมด

เครื่องเบิกกอนเงินสดอัตโนมัติ	นโยบายปัจจุบัน		นโยบาย 1		นโยบาย 2	
	เงินสำรองต่อ	เงินสำรองต่อ	ลดลงจากนโยบาย	เงินสำรองต่อ	ลดลงจากนโยบาย	
	หนึ่งรอบการเติม	หนึ่งรอบการเติม	ปัจจุบัน (%)	หนึ่งรอบการเติม	ปัจจุบัน (%)	
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	4,800,000	2,800,000	41.67%	2,600,000	45.83%	
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	4,800,000	1,600,000	66.67%	1,600,000	66.67%	
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เพ็ญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	4,800,000	2,800,000	41.67%	2,700,000	43.75%	
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	4,800,000	5,400,000	-12.50%	5,100,000	-6.25%	
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	4,800,000	2,300,000	52.08%	1,900,000	60.42%	
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	4,800,000	2,200,000	54.17%	1,800,000	62.50%	
S1A1717: บ.โอสถสภา รามคำแหง	4,800,000	1,600,000	66.67%	1,600,000	66.67%	
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	4,800,000	1,600,000	66.67%	1,600,000	66.67%	
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	4,800,000	5,200,000	-8.33%	4,600,000	4.17%	
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	7,800,000	10,800,000	-38.46%	10,800,000	-38.46%	
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	4,800,000	1,600,000	66.67%	1,600,000	66.67%	
รวม	55,800,000	37,900,000	32.08%	35,900,000	35.66%	

ตารางที่ 12 จำนวนเงินสำรองคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเติมจากการจำลองนโยบายทั้งหมด

เครื่องเบิกกอนเงินสดอัตโนมัติ	นโยบายปัจจุบัน		นโยบาย 1		นโยบาย 2	
	เงินเหลือเฉลี่ยต่อ	เงินเหลือเฉลี่ยต่อ	ลดลงจากนโยบาย	เงินเหลือเฉลี่ยต่อ	ลดลงจากนโยบาย	
	หนึ่งรอบการเติม	หนึ่งรอบการเติม	ปัจจุบัน (%)	หนึ่งรอบการเติม	ปัจจุบัน (%)	
S1A9196 : สาขาคลองจั่น	3,142,375	1,142,375	63.65%	944,288	69.95%	
S1A5220 : บางกะปิ แกรนด์ คอนโด ลาดพร้าว	4,000,781	802,201	79.95%	802,201	79.95%	
S1A3597: เซเว่นฯ ร.ร.เพ็ญสมิทธิ์ รามคำแหง 68	3,291,411	1,291,411	60.76%	1,191,411	63.80%	
S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพ-รามอินทรา 1	635,158	1,150,647	-81.16%	879,595	-38.48%	
S1A3620: รพ.ลาดพร้าว	1,280,939	1,027,368	19.80%	631,088	50.73%	
S1A1081: บิ๊กซี หัวหมาก	3,756,641	1,158,025	69.17%	768,371	79.55%	
S1A1717: บ.โอสถสภา รามคำแหง	4,480,818	1,280,818	71.42%	1,280,818	71.42%	
S1A6121: ตลาดกลางแฮปปี้แลนด์	3,871,684	671,684	82.65%	671,684	82.65%	
S1A1560: K-Lobby แอมเวย์ สำนักงานใหญ่	1,298,689	1,683,153	-29.60%	1,111,294	14.43%	
S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1	910,676	3,399,049	-273.24%	3,399,049	-273.24%	
S1A4725: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์-นิด้า	4,152,916	952,916	77.05%	952,916	77.05%	
รวม	30,822,088	14,559,646	52.76%	12,632,715	59.01%	

พิจารณาจำนวนเงินสำรองคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการ เดิมจากการจำลองทั้ง 3 นโยบาย

ในตารางที่ 12 พบว่านโยบายที่ 1 มีจำนวนเงินสำรองคงเหลือลดลงจากนโยบายปัจจุบันเฉลี่ยต่อเครื่อง 52.76% หรือคิดเป็นเงิน 16,262,442 บาท ซึ่งมีเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ 3 เครื่อง ได้แก่ S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพฯ-รามอินทรา 1 S1A1560: แอมเวย์สำนักงานใหญ่ และ S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1 ที่มีเงินสำรองคงเหลือมากขึ้นเนื่องจากนโยบายเดิมสำรองเงินน้อยกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้า ซึ่งทำให้ระดับบริการน้อยกว่า 98% ตามที่ทางธนาคารได้กำหนดไว้ ก็จะทำให้เงินสำรองเหลือน้อยด้วย และนโยบายที่ 1 ได้เพิ่มจำนวนเงินสำรองตามระดับบริการที่กำหนดจึงเป็นเหตุให้เงินสำรองคงเหลือมากขึ้น

นโยบายที่ 2 มีจำนวนเงินสำรองคงเหลือลดลงจากนโยบายปัจจุบันเฉลี่ยต่อเครื่อง 59.01% หรือคิดเป็นเงิน 18,189,373 บาท ซึ่งมีเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ 2 เครื่อง ได้แก่ S1A6917: ปตท. RM กรุงเทพฯ-รามอินทรา 1 และ S1A1463: สาขาเดอะมอลล์ บางกะปิ เครื่อง 1 ที่มีเงินสำรองคงเหลือมากขึ้นเนื่องจากนโยบายเดิมสำรองเงินน้อยกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้า ซึ่งทำให้ระดับบริการน้อยกว่า 98% ตามที่ทางธนาคารได้กำหนดไว้ ก็จะทำให้เงินสำรองเหลือน้อยด้วย และนโยบายที่ 2 ได้เพิ่มจำนวนเงินสำรองตามระดับบริการที่กำหนดจึงเป็นเหตุให้เงินสำรองคงเหลือมากขึ้น

6. สรุปผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหานโยบายการสำรองเงินสดให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติที่เหมาะสมทั้ง 2 นโยบายพบว่า นโยบายที่ 1 ทำให้จำนวนเงินสำรองลดลงจากนโยบายปัจจุบันเฉลี่ยต่อรอบการเดิม 32.08% ในขณะที่นโยบายที่ 2 ช่วยลดจำนวนเงินสำรองจากนโยบายปัจจุบันเฉลี่ยต่อรอบการเดิม 35.66% ซึ่งสามารถลดได้มากกว่านโยบายแรกและมีบางเครื่องที่ไม่สามารถลดจำนวนเงินสำรองได้เนื่องจากนโยบายปัจจุบันนั้นไม่สามารถตอบสนองปริมาณความต้องการเงินสดของลูกค้าได้อย่างเพียงพอ นั่นคือระดับการบริการต่ำกว่า 98% จึงจำเป็นต้องสำรองเงินสดเพิ่มเติม

เมื่อพิจารณาในส่วนของจำนวนเงินสำรองคงเหลือเมื่อสิ้นรอบการเดิม นโยบายแรกสามารถช่วยลดจำนวนเงิน

คงเหลือเฉลี่ยต่อรอบการเดิมได้ 52.76% และนโยบายที่สองสามารถช่วยลดจำนวนเงินคงเหลือเฉลี่ยต่อรอบการเดิมได้ 59.01% ซึ่งนโยบายสองนั้นสามารถลดจำนวนเงินคงเหลือได้มากกว่านโยบายแรกถึง 6.25%

6.1 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเห็นได้ชัดเจนว่าระดับการให้บริการเบิกถอนเงินสดของเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติที่เลือกมานั้นบางเครื่องก็อยู่ในระดับที่สูงเกินกว่าระดับบริการที่ทางธนาคารกำหนดมากเกินไป บางเครื่องก็ต่ำกว่าที่ธนาคารกำหนด ซึ่งทั้ง 2 กรณีจำเป็นต้องมีการจัดการที่เหมาะสมดังนี้

6.1.1 กรณีระดับบริการน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จัดการโดยหาปริมาณเงินสดสำรองที่เหมาะสมและยึดระดับการบริการที่ธนาคารกำหนดเป็นหลัก ซึ่งจะทำให้ปริมาณเงินสดสำรองที่ได้มีจำนวนมากกว่าเดิมเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

6.1.2 กรณีระดับบริการสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แม้ระดับบริการที่สูงนั้นจะหมายถึงการที่ธนาคารสามารถสำรองเงินได้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าแล้วก็ตาม แต่การสำรองเงินสดที่มากเกินไปเกินความต้องการก็ไม่เป็นผลดีต่อสภาพคล่องของเงินทุน หากมองว่าเงินสดสำรอง ณ เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติเป็นต้นทุน จะเห็นได้ว่าปริมาณเงินสดคงเหลือจากการวิเคราะห์มีปริมาณที่สูงมากธนาคารสามารถนำไปบริหารในส่วนอื่นให้เกิดประโยชน์ได้อีก

นโยบายที่งานวิจัยนี้นำมาพิจารณาทั้งสองนโยบายจะพบว่านโยบายที่ 2 พิจารณาจำนวนรายการถอนต่อรอบการเดิมและปริมาณเบิกถอนเงินสดต่อหนึ่งรายการถอนรวม กันจะช่วยลดจำนวนเงินสำรองและจำนวนเงินคงเหลือได้มากกว่านโยบายที่ 1 เนื่องจากนโยบายที่ 1 มีการพิจารณาเพียงปริมาณเงินสดที่ถูกเบิกถอนต่อรอบเท่านั้น ซึ่งในแต่ละหนึ่งรอบการเดิมเงินจะมีความผันผวน (Fluctuation) ของปริมาณเงินสดที่ถูกเบิกถอนสูง นโยบายที่สองจะเป็นตัวแทนที่ดีของพฤติกรรมกรรมการเบิกถอนเงินสด ณ เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัตินั้น ๆ โดยพิจารณาทั้งจำนวนรายการถอนและปริมาณเงินเบิกถอนต่อหนึ่งรายการถอน ดังนั้นปริมาณเงินสดสำรองและจำนวนเงินคงเหลือจึงมีปริมาณน้อยกว่านโยบายที่ 1

6.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการหาปริมาณเงินสดสำรองที่เหมาะสมให้กับเครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติได้ แต่จะมีกระบวนการที่เพิ่มมากขึ้นในส่วนปฏิบัติการเงินสดที่ต้องเตรียมรูปแบบการเติมเงินสดหลายรูปแบบตามปริมาณเงินสดสำรองที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเครื่องเบิกถอนเงินสด ทั้งนี้รูปแบบการเติมเงินสดอาจเริ่มจากการวิเคราะห์ตามประเภทของสถานที่ตั้งก่อนแล้วจึงวิเคราะห์ตามลักษณะอื่น ๆ และอาจนำนโยบายที่ธนาคารมีไว้ตั้งแต่แรกเริ่มคือจะปรับปริมาณเงินสดทุก ๆ 3 เดือน ซึ่งต้องปรับการวิเคราะห์ลักษณะการเบิกถอนเงินสดของลูกค้าใหม่ให้เป็นไปตามเงื่อนไขหรือนโยบายที่ธนาคารกำหนด

นอกเหนือจากการปรับปริมาณเงินสดตามรูปแบบหรือเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว ยังสามารถนำการพยากรณ์มาปรับใช้ร่วมกับการหาปริมาณเงินสดสำรองที่เหมาะสมได้ เนื่องจากธุรกิจของธนาคารมีเป้าหมายที่เติบโตขึ้นทุกปี ทั้งจำนวนลูกค้าและการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นต้องพยากรณ์ปริมาณความต้องการของลูกค้าในอัตราที่ก้าวหน้าเพื่อรองรับความต้องการในอนาคตด้วยเช่นกัน

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องมาจากผู้เขียนได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ทำให้บทความนี้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อนนักศึกษาปริญญาโทสาขาการจัดการโลจิสติกส์ภาคพิเศษ รุ่น 1 ทุกท่านที่เป็นแรงผลักดัน ให้กำลังใจและความช่วยเหลือมาโดยตลอด

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] คำนาย อภิปรัชญาสกุล. *โลจิสติกส์เพื่อการผลิต และการจัดการดำเนินงาน*. กรุงเทพมหานคร: โฟกัส มีเดีย แอนด์พับลิชชิง, 2549.
- [2] พิภพ ลลิตาภรณ์. *การบริหารพัสดุคงคลัง สยามส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)*. กรุงเทพมหานคร, 2552.
- [3] รัชตัน อลัน. *คู่มือการจัดการโลจิสติกส์และการกระจายสินค้า*. กรุงเทพมหานคร: อี.ไอ.สแควร์, 2551.

- [4] อัศม์เดช วานิชชินชัย. (17 ตุลาคม 2554). *ลดต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลังที่มีอายุสั้นด้วยปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัด*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.thailandindustry.com>.
- [5] G. P. Cachon and C. Terwiesh, *Matching Supply with Demand: An Introduction to Operations Management*. New York: McGraw-Hill, Inc., 2009.
- [6] E. A. Silver, D. F. Pyke and R. Peterson, *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: John Wiley & Sons Inc., 1998.
- [7] M. Dada and Q. Hu, "Financing newsvendor inventory," *Operations Research Letter.*, Vol. 36, pp. 569-573, 2008.
- [8] Y. Altunoglu, "Cash inventory management at automated teller machines under incomplete information." M.S. Thesis, Bilkent University, Turkey, 2010.
- [9] R. Simultis, D. Dilijonas, L. Bastina, J. Friman and P. Drobinov, "Optimization of cash management for ATM network," *Information Technology and Control*, Vol. 36, pp. 117-121, 2007.