การศึกษาความเสี่ยงโซ่อุปทานกรณีศึกษา การประปานครหลวง

ภูริชพัฒน์ สนวัฒนะ[1*] และ ธนัญญา วสุศรี[2]
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีแขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเสี่ยงโซ่อุปทานของการประปานครหลวง โดยการสัมภาษณ์บุคลากรเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงลึกและทำแบบประเมินเพื่อระบุความเสี่ยงที่สามารถเกิดขึ้นได้กับการประปานครหลวง ความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน คือ ภัยธรรมชาติ น้ำดิบไม่มีคุณภาพเครื่องจักร, อุปกรณ์ เสื่อมสภาพและมีอายุการใช้งานมาก และมีบุคลากรไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลกระทบจากความเสี่ยงดังกล่าว พบว่าต้นเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสี่ยง คือ สภาวะน้ำดิบด้อยคุณภาพ ดังนั้นจึงต้องจัดการกับปัญหาน้ำดิบด้อยคุณภาพด้วยการจัดการปริมาณสารเคมีให้เพียงพอต่อความต้องการในการบำบัดน้ำ แบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความต้องการสารเคมีที่แปรผันตามคุณภาพน้ำในสภาวะต่างๆ แล้วทำการวัดของการจัดการสินค้าคงคลังที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบันด้วยวิธี Order up to inventory เพื่อหาความน่าจะเป็นในการมีสารเคมีคงคลัง และความน่าจะเป็นในการขาดแคลนสารเคมี รวมทั้งหาระดับสารเคมีสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับการบริการที่ 99.9% พบว่าจะต้องเพิ่มระดับสารเคมีสูงสุดของสารเคมีประเภท คลอรีน โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ และ ผงถ่าน เพื่อให้สามารถตอบสนองการให้บริการ และสามารถลดความเสี่ยงที่จะเกิดการขาดแคลนสารเคมี นอกจากนี้ยังสามารถลดระดับสารเคมีสูงสุดของสารเคมีประเภท สารส้ม โพลีอิเล็กโทรไลต์ ปูนขาว และด่างทับทิม เพื่อเป็นการลดต้นทุนสินค้าคงคลังและการเสื่อมสภาพของสารเคมี

คำสำคัญ : การจัดการความเสี่ยง / แบบจำลองสถานการณ์ / Order up to inventory

* *Corresponding author E-mail : puritchapat.s@gmail.com*

1 *นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม*

2 *รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม*

An Analysis of Supply Chain Risk Management in Metropolitan Waterworks Authority

Puritchapat Sonwattana[1*] and Thananya Wasusri[2]

King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Thungkru, Bangkok 10140

Abstract

The paper aims to study and analyze supply chain risk management in Metropolitan Waterworks Authority(MWA). We interviewed the MWA expert to gain insights data to identify risks that can occur in MWA. The Risks that affect to piped water production are natural disasters, poor raw water quality, deterioration of machinery and equipment and insufficient staff to operate.The main cause of the risks is poor quality of raw water.Then, chemical stock must be effectively managed to meet with the chemical demand needed for the water treatment process. A Simulation has been applied to simulate the chemical demand that vary by water quality conditions. Then we measured the current performance of inventory management by Order up to inventory approach for In – Stock probability, Out – Stock probability, Maximum Inventory, Minimum Inventory and Safety Stock. The results shown that, MWA should increase the maximum inventory of Chlorine, Polyaluminium Chloride and Activated Carbon to meet the chemical demand at 99.9% of service level toprevent chemical shortage risks. Moreover, MWA can decrease the maximum inventory of Alum, Polyelectrolyte, Lime and Potassium permanganate to reduce inventory costs and chemical deterioration.

Keywords : Risk Management / Simulation / Order up to inventory

* *Corresponding author E-mail : puritchapat.s@gmail.com*

1 *MSc. Student, Logistics Management Program, Faculty of Graduate School of Management and Innovation.*

2 *Associate Professor, Logistics Management Program, Faculty of Graduate School of Management and Innovation.*

1. บทนำ

น้ำประปาเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ซึ่งการประปานครหลวงเป็นองค์กรรัฐวิสาหกิจมีหน้าที่ผลิตและให้บริการน้ำประปาต่อผู้ใช้น้ำประกอบด้วยผู้ใช้น้ำประเภทที่พักอาศัยจำนวน 1,596,473 ราย และผู้ใช้น้ำประเภทองค์กร และ อื่นๆ จำนวน 421,058 ราย มีปริมาณการผลิตน้ำจ่ายทั้งหมด 1,715.8 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำจำหน่ายทั้งหมด 1,282.4 ล้านลูกบาศก์เมตร [1] ให้บริการครอบคลุมในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดสมุทรปราการ เป็นพื้นที่ย่านธุรกิจการค้า, ที่พักอาศัย และนิคมอุตสาหกรรม มีความต้องการในการใช้น้ำประปาในปริมาณที่สูงและต่อเนื่องเพื่อเป็นการป้องกันหรือลดความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดการหยุดชะงักของการให้บริการ จึงต้องทำการบริหารจัดการความเสี่ยง (Risk Management) เพื่อให้องค์กรสามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อผู้ใช้น้ำ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยจึงศึกษาความเสี่ยงที่สามารถเกิดขึ้นได้กับโซ่อุปทานของการผลิตน้ำประปาโรงงานบางเขน เพื่อวิเคราะห์หาความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานและกำหนดแนวทางแก้ไขเพื่อเป็นการลดและควบคุมความเสี่ยงในโซ่อุปทานของการผลิตน้ำประปา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมหรือแม้กระทั่งการลงทุนต่างๆ มักจะมีความเสี่ยงซ่อนเร้นอยู่ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบกับองค์กรหรือลุกลามไปตลอดทั้งโซ่อุปทาน ความเสี่ยงสามารถปรากฏขึ้นได้ในทุกๆ จุด ของห่วงโซ่อุปทาน ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมทำให้การดำเนินธุรกิจเกิดการติดขัดไม่ราบรื่น [2] ดังนั้นควรมีการจัดการความเสี่ยงควบคู่ไปกับการจัดการโซ่อุปทาน โดยการจัดการความเสี่ยง คือแผนการดำเนินงานในการระบุเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงภัย และประเมินความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นมีผลกระทบต่อบุคคลหรือองค์กร รวมทั้งเป็นการเลือกวิธีการบริหารความเสี่ยงภัย และนำวิธีที่เลือกได้ไปปฏิบัติ [3] เพื่อให้ระดับของความเสี่ยงและขนาดของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอยู่ในระดับที่องค์กรยอมรับได้ โดยคำนึงถึงการบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายขององค์กรเป็นสำคัญ [4] ส่วนการจัดการโซ่อุปทานจะมุ่งเน้นที่การ การบูรณาการของกระบวนการทางธุรกิจ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผู้บริโภค [5] โซ่อุปทานจะประกอบไปด้วยทุกๆ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งไม่ใช่เพียงส่วนของผู้ผลิตและผู้จัดส่งวัตถุดิบเท่านั้น แต่รวมถึงส่วนของผู้ขนส่ง คลังสินค้า พ่อค้าคนกลาง และลูกค้า เพื่อให้เกิดความสามารถในการสร้างมูลค่าของทั้งโซ่อุปทานให้มากที่สุด [6] ซึ่งแนวทางหนึ่งในการลดหรือขจัดความเสี่ยงที่ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานได้ คือ การจัดการสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ [7] การจัดการสินค้าคงคลังมีความสำคัญต่อศักยภาพการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบันที่ตลาดเป็นของผู้บริโภค ความต้องการสินค้าและบริการมีความหลากหลาย ซึ่งหากองค์กรหรือธุรกิจไม่สามารถบริหารให้มีสินค้าหรือบริการตามความต้องการของลูกค้าได้ สิ่งที่จะเกิดขึ้นคือ การขาดโอกาสในการขายสินค้า ดังนั้นการบริหารสินค้าคงคลังจึงเป็นส่วนสำคัญของแต่ละองค์กรรวมทั้งโซ่อุปทานที่จะจัดการให้อุปทาน (Supply) สอดคล้องกับอุปสงค์ (Demand) ให้ได้มากที่สุดโดยในการบริหารสินค้าคงคลังองค์กรต้องตอบคำถามใน 2 ประเด็นหลัก คือ จะต้องสั่งซื้อหรือสั่งผลิตจำนวนเท่าไร (How much) และเมื่อไรที่จะต้องสั่งซื้อหรือสั่งผลิต (When) เพื่อที่จะบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการบริหารสินค้าคงคลัง นั่นคือการตอบสนองและรักษาระดับการให้บริการแก่ลูกค้า (Satisfy Service Level) และ ควบคุมต้นทุนบริหารสินค้าคงคลังให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม (Inventory Cost) เพื่อที่จะลดความเสี่ยงในโซ่อุปทาน อาทิเช่น

ณัฏฐพล เจนจินตานันท์ [8] ได้ทำการศึกษาโซ่อุปทานของบริษัทนำเข้าเครื่องจักรอุตสาหกรรม เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ที่มีประสิทธิภาพ แล้วทำการสร้างแบบประเมินความเสี่ยงซึ่งผลที่ได้จากการประเมินนั้นแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงในโซ่อุปทานในด้านต่างๆ

จิตลดา ชิ้มเจริญ และ นิศากร สมสุข [9] ได้ศึกษาความเสี่ยงในงานอุตสาหกรรมเพื่อที่จะป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น จึงได้นำเสนอวิธีการจัดการความเสี่ยง คือ การค้นหาระบุความเสี่ยง การบ่งชี้อันตราย การประเมิน

ความเสี่ยงและการจัดทำแผนจัดการความเสี่ยงที่มีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันพร้อมทั้งลดความเสี่ยง

ภูริชยา สัจจาเฟื่องกิจการและ ธนัญญา วสุศรี [10] ได้ศึกษาความเสี่ยงโซ่อุปทานของธุรกิจการผลิตผักกาดองบรรจุกระป๋องพบว่าความเสี่ยง 3 อันดับแรกเป็นความเสี่ยงด้านวัตถุดิบจากผลการวิเคราะห์แนวทาง การจัดการความเสี่ยงด้วยวิธีการวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็ง โอกาสและอุปสรรคของกระบวนการจัดหาวัตถุดิบสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดยุทธ์ศาสตร์การจัดการความเสี่ยงและรับมือกับสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นในอนาคตประกอบด้วย 4 ยุทธศาสตร์คือยุทธศาสตร์เชิงรุกยุทธศาสตร์เชิงป้องกันยุทธศาสตร์เชิงแก้ไขและยุทธศาสตร์เชิงรับ

อย่างไรก็ตามความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในงานอุตสาหกรรม ย่อมแตกแตกต่างกันไป อาทิเช่น Christopherand Peck [11] ได้จำแนกความเสี่ยงออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ

- ความเสี่ยงภายใน
  - กระบวนการดำเนินงาน
  - การควบคุม
- ความเสี่ยงภายนอกแต่ยังอยู่ในเครือข่ายโซ่อุปทาน
  - อุปสงค์
  - อุปทาน
- ความเสี่ยงภายนอกเครือข่ายโซ่อุปทาน
  - สภาพแวดล้อม

นอกจากนี้ Chopra and Sodhi [12] จำแนกความเสี่ยงออกเป็น 9 ประเภท คือ การหยุดชะงัก ความล่าช้าระบบ การพยากรณ์ ทรัพย์สินทางปัญญา การจัดซื้อ ลูกหนี้การค้า สินค้าคงคลัง และกำลังในการผลิตพร้อมทั้งเสนอแนวทางการปรับปรุงไว้ 7 รูปแบบตามความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจ คือ 1) การเพิ่มกำลังการผลิต (Increase Capacity) 2) การเพิ่มซัพพลายเออร์(Acquire Redundant Supplier) 3) การเพิ่มความสามารถในการตอบสนอง (Increase Responsiveness) 4) เพิ่มปริมาณสินค้าคงคลัง (Increase Inventory) 5) เพิ่มความยืดหยุ่น (Increase Flexibility) 6) การรวมอุปสงค์ (Pool or Aggregate Demand) 7) การเพิ่มความสามารถของตนเอง (Increase Capability) จะเห็นได้ว่าประเภทของความเสี่ยงนั้นแตกต่างกันไปตามรูปแบบของธุรกิจ และวิธีแก้ไขนั้นก็แตกต่างไปกับความเสี่ยงที่องค์กรเผชิญอยู่ ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องทำการวิเคราะห์หาความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับการประปานครหลวง

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื่องด้วยลักษณะของความเสี่ยงที่สามารถเกิดขึ้นนั้นแตกต่างกันไปตามประเภทของธุรกิจ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงลึกเพื่อระบุความเสี่ยงที่สามารถเกิดขึ้นด้วยแบบสอบถาม จากนั้นทำการสร้างแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) เพื่อนำสาเหตุและผลกระทบของความเสี่ยงมาจัดกลุ่ม [13] และสร้างแผนผังความสัมพันธ์ (Relation Diagram) เพื่อเชื่อมโยงสาเหตุและผลกระทบที่เกี่ยวข้องกัน [14] และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนของสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น [13] และสรุปต้นเหตุหลักของปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรม Arena Simulation โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

3.1 จากการเก็บข้อมูลเชิงลึกโดยการสัมภาษณ์บุคลากรผู้เชี่ยวชาญสามารถแบ่งความเสี่ยงออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

ความเสี่ยงภายนอก

1) ความเสี่ยงด้านสภาพแวดล้อม
2) ความเสี่ยงด้านวัตถุดิบ
3) ความเสี่ยงด้านเทคโนโลยี
4) ความเสี่ยงด้านผู้ใช้บริการ

ความเสี่ยงภายใน

1) ความเสี่ยงด้านการผลิต
2) ความเสี่ยงด้านที่จัดเก็บวัตถุดิบ
3) ความเสี่ยงด้านการจัดการสินค้าคงคลัง
4) ความเสี่ยงด้านการจัดซื้อ
5) ความเสี่ยงด้านระบบสารสนเทศ
6) ความเสี่ยงด้านการจัดการองค์กรและการบริหารบุคคล

จากนั้นทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) จากการประเมินของบุคลากรผู้เชี่ยวชาญในองค์กร โดยถ้าค่า IOC ของข้อคำถาม สูงกว่า 0.50

แสดงว่าคำถามนั้นตรงตามวัตถุประสงค์ กล่าวคือ ความเสี่ยงนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ และนำความเสี่ยงนั้นไปใช้ในการทำแบบประเมินหาระดับความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน

3.2 ทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลกระทบที่สามารถเกิดขึ้นจากความเสี่ยงที่ได้จากการประเมินหาระดับความเสี่ยง นำมาสร้างแผนผังกลุ่มความคิด (Affinity Diagram) โดยนำสาเหตุและผลกระทบลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องกันนำมาจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพื่อเป็นการรวมสาเหตุและผลกระทบที่กระจัดกระจายให้เป็นหมวดหมู่ จากนั้นสร้างแผนผังความสัมพันธ์ (Relation Diagram) เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบต่างๆ ที่เป็นเหตุเป็นผลเข้าด้วยกันเพื่อระบุต้นเหตุหลักของความเสี่ยง

3.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อพยากรณ์ความต้องของสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำดิบ โดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำดิบกับปริมาณสารเคมีที่ใช้ในอดีตย้อนหลัง 3 ปี คือ ปีพ.ศ. 2553 – 2555 ซึ่งเป็นช่วงที่มีทั้งเหตุการณ์ปกติและภาวะวิกฤตเกิดขึ้น นำมาทำการหาความต้องการใช้สารเคมีในหนึ่งปีเพื่อใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยแบ่งสภาวะของน้ำดิบที่ผิดปกติออกเป็น 3 แบบ คือ น้ำดิบมีความขุ่นสูง น้ำดิบด้อยคุณภาพ และ น้ำดิบมีปริมาณสาหร่ายเจริญเติบโตมากผิดปกติซึ่งใช้สารเคมีในการบำบัด 7 ชนิด คือ สารส้ม โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ โพลีอิเล็กโทรไลต์ปูนขาว คลอรีน ผงถ่าน และด่างทับทิมภายใต้เงื่อนไขที่ไม่มีกำหนดระยะของการหมดสัญญา ไม่มีการหยุดชะงักของการเติมเต็มสารเคมี โดยมีระดับสินค้าคงคลังสูงสุด ระดับสินค้าคงคลังต่ำสุดและช่วงเวลานำดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับสินค้าคงคลัง ณ ปัจจุบัน

สารเคมี	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (ตัน)	ระดับสินค้าคงคลังต่ำสุด (ตัน)	ช่วงเวลานำ (วัน)
สารส้ม	1800	600	1
โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	180	36	1
โพลีอิเล็กโทรไลต์	50	10	30
ปูนขาว	894	180	1
คลอรีน	100	20	1
ผงถ่าน	100	20	30
ด่างทับทิม	100	20	30

3.4 การวิเคราะห์ความต้องการสารเคมีด้วยวิธี Order up to inventory Model โดยวิธีนี้สามารถคำนวณหาความน่าเป็นที่จะมีสินค้าอยู่ในคลัง (In-stock probability) ความน่าจะเป็นที่สินค้าจะขาดแคลน (Stock out probability) ปริมาณสินค้าคาดว่าจะขาดแคลน (Expected Shortage) อัตราการเติมเต็ม (Fill Rate) ปริมาณของสินค้าที่ถือครอง (Expected On-Hand Inventory) ปริมาณของสินค้าที่อยู่ระหว่างสั่งซื้อ (Expected On-Order Inventory) เพื่อวัดประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลัง ณ ปัจจุบันเพื่อหาแนวทางปรับปรุงระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและจุดสั่งซื้อพร้อมทั้งปริมาณสินค้าคงคลังสำรองโดยมี Lead Time ที่คงที่ และเหมาะสมกับระดับการบริการที่ 99.9% ของการประปานครหลวงตามพันธกิจ “ให้บริการงานประปาที่มีมาตรฐานคุณภาพอย่างมั่นคง ทั่วถึง เพียงพอ ด้วยเทคโนโลยีทันสมัยและบุคลากรมืออาชีพ เพื่อสร้างความพึงพอใจ และความเชื่อมั่นแก่ผู้ใช้บริการ” นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงกับระบบ Vendor Managed Inventory ที่การประปานครหลวงกำลังพัฒนาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้จริงในอนาคต

4. ผลการศึกษา

จากการดำเนินวิจัยได้ผลลัพธ์ดังนี้

4.1 ผลของการจัดอันดับความเสี่ยงจากการประเมินได้ผลดังตารางที่ 2 โดยมีความเสี่ยงสำคัญ คือ น้ำดิบไม่มีคุณภาพและภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม เป็นต้น

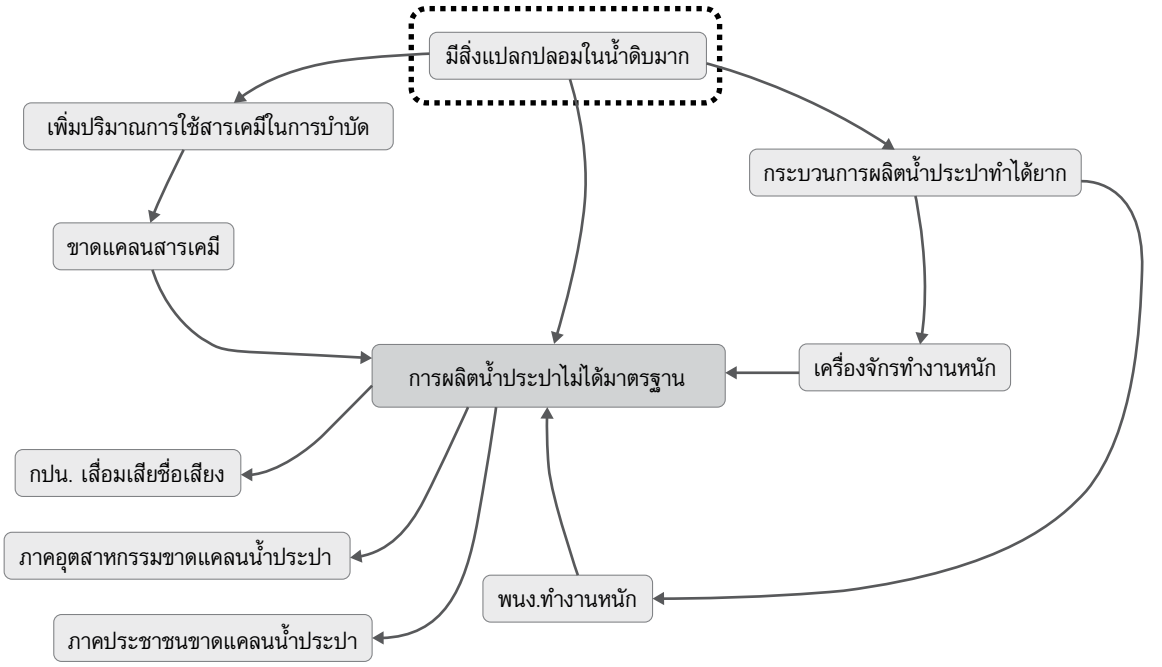
ตารางที่ 2 อันดับความเสี่ยง

อันดับที่	ความเสี่ยง	คะแนน	ระดับความเสี่ยง
1	ภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม, ไฟไหม้, แผ่นดินไหว	11.94	สูง / มาก
2	น้ำดิบไม่มีคุณภาพ	10.25	สูง / มาก
3	เครื่องจักร, อุปกรณ์เสื่อมสภาพและมีอายุการใช้งานมาก	9.67	ปานกลาง
4	มีบุคลากรไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน	7.70	ปานกลาง

4.2 ผลของการวิเคราะห์หาสาเหตุและผลกระทบ

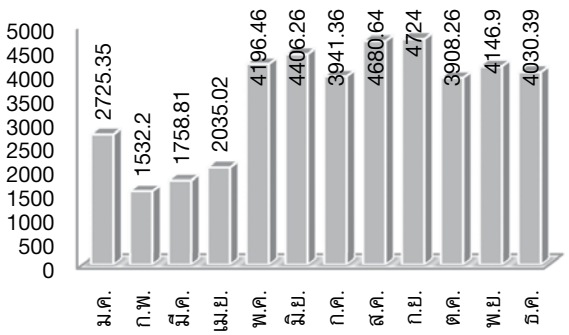
เมื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบที่สามารถเกิดขึ้นจากความเสี่ยงแล้วทำแผนผังกลุ่มความคิด (Affinity Diagram) เพื่อจัดกลุ่มของสาเหตุและผลกระทบของความเสี่ยง ทราบว่าการผลิตน้ำประปาที่ไม่ได้มาตรฐานเกิดจาก 5 ด้าน คือ กระบวนการผลิต พนักงาน สารเคมี น้ำดิบ เครื่องจักร ดังรูปที่ 1 เพื่อหาสาเหตุหลักจึงทำแผนผังความสัมพันธ์ (Relation Diagram) เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อระบุต้นเหตุหลักของความเสี่ยง ดังรูปที่ 2

รูปที่ 1 แผนผังกลุ่มความคิด (Affinity Diagram)



รูปที่ 2 แผนผังความสัมพันธ์ (Relation Diagram)

จากรูปที่ 1 ปัจจัยที่อาจส่งผลให้ผลิตน้ำประปาไม่ได้มาตรฐานประกอบด้วย กระบวนการผลิต เครื่องจักร และพนักงานที่ไม่พร้อม การขาดแคลนสารเคมีและน้ำดิบที่ไม่มีคุณภาพ เมื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยในรูปที่ 2 การที่มีสิ่งแปลกปลอมในน้ำดิบมาก จะส่งผลต่อความต้องการสารเคมีในปริมาณมากอาจทำให้สารเคมีขาดแคลนรวมถึงต้องใช้สารเคมีที่ไม่ได้ใช้เป็นประจำเข้ามาช่วยบำบัดน้ำนอกจากนี้ยังทำให้กระบวนการกรองน้ำทำได้ยากเครื่องจักรรวมถึงพนักงานต้องทำงานหนัก

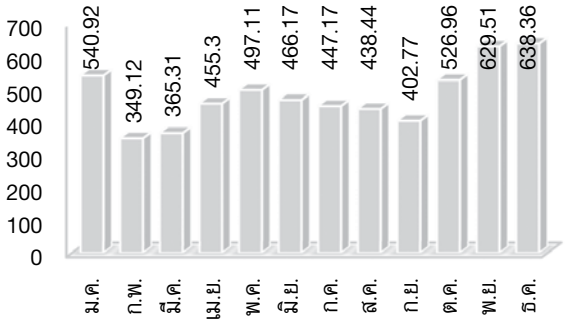


รูปที่ 3 แสดงความต้องการของสารส้ม (ตัน)

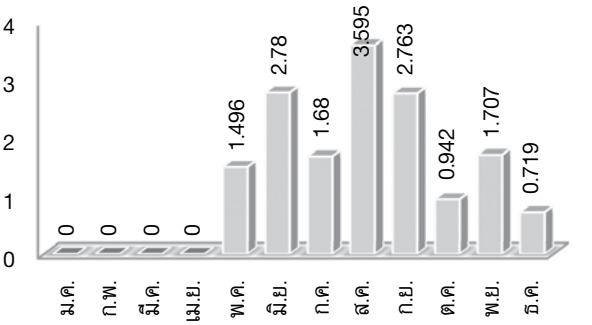
4.3 ความต้องการสารเคมี

เนื่องจากสาเหตุของน้ำดิบที่ด้อยคุณภาพ ทำให้ต้องมีการเตรียมสารเคมีให้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้บำบัดน้ำ และความต้องการใช้สารเคมีนั้นไม่คงที่แตกต่างกันไปตามสภาวะของน้ำ ดังนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์หาความต้องการใช้สารเคมี ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3 ถึง 9

จากรูปที่ 3 สารส้ม มีคุณสมบัติทำให้สารแขวนลอยในน้ำดิบจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนที่ใหญ่ขึ้นและตกตะกอน มีปริมาณความต้องการสูงในช่วง พ.ค. ถึง ธ.ค. เป็นช่วงที่น้ำดิบเกิดสภาวะความขุ่นสูง ความต้องการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยต่อสัปดาห์เท่ากับ 809.96 ตัน และ 559.48 ตัน



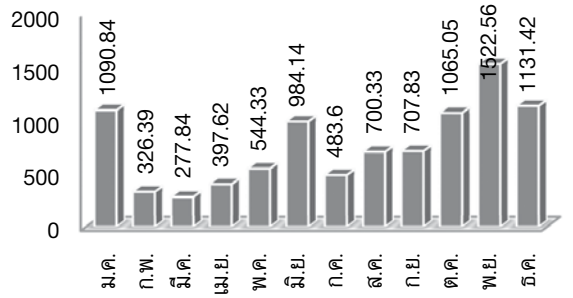
รูปที่ 4 แสดงความต้องการของคลอรีน (ตัน)



รูปที่ 6 แสดงความต้องการของโพลีอิเล็กโทไลต์ (ตัน)

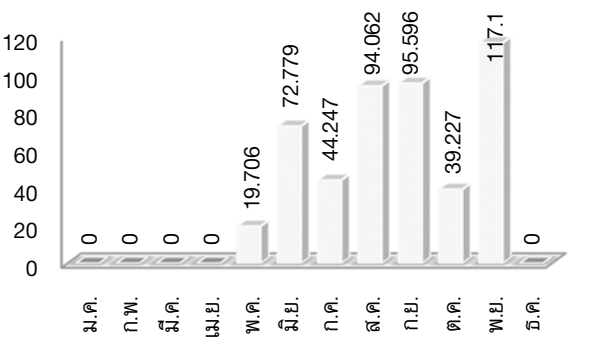
จากรูปที่ 4 คลอรีนมีคุณสมบัติในการหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียรวมถึงฆ่าเชื้อโรคในน้ำดิบ มีปริมาณความต้องการสูงในช่วง ต.ค. ถึง ม.ค. เป็นช่วงที่น้ำดิบเกิดสภาวะด้อยคุณภาพ และ ช่วง เม.ย. ถึง ก.ค. เป็นช่วงที่น้ำดิบมีปริมาณสาหร่ายเจริญเติบโตมากผิดปกติ ความต้องการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยต่อสัปดาห์ เท่ากับ 110.8 ตัน และ 44.3 ตัน

จากรูปที่ 6 โพลีอิเล็กโทรไลต์มีคุณสมบัติช่วยตกตะกอนใช้เมื่อน้ำดิบมีความขุ่นเกิน 100 NTU (Nephelometric Turbidity Units) เป็นค่าความขุ่นที่ค่อนข้างสูง จึงต้องใช้โพลีอิเล็กโทรไลต์ช่วยในการตกตะกอนให้เร็วขึ้น ใช้ในช่วงเดือน พ.ค. ถึง ธ.ค. เป็นช่วงที่น้ำดิบเกิดสภาวะความขุ่นสูง ความต้องการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยต่อสัปดาห์ เท่ากับ 0.45 ตัน และ 0.48 ตัน



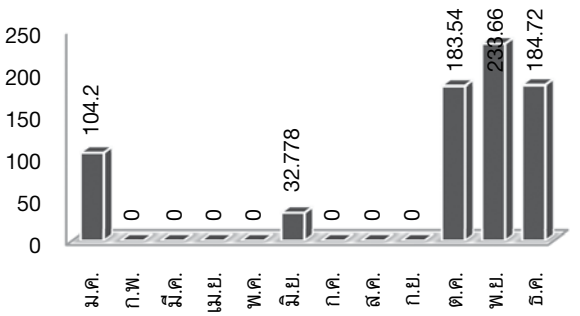
รูปที่ 5 แสดงความต้องการของโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ (ตัน)

จากรูปที่ 5 โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์มีคุณสมบัติทำให้สารแขวนลอยในน้ำดิบจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนที่ใหญ่ขึ้นและตกตะกอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารส้ม 3 เท่า โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารที่นำมาทดลองใช้แทนสารส้มความต้องการจึงไม่คงที่ ความต้องการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยต่อสัปดาห์ เท่ากับ 177.7 ตัน และ 186.2 ตัน



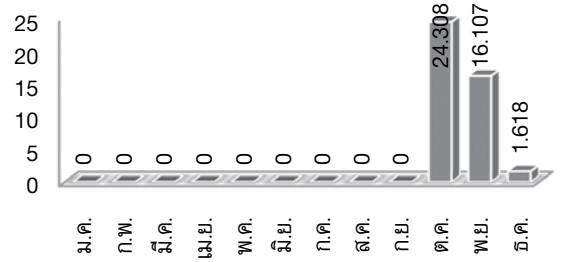
รูปที่ 7 แสดงความต้องการของปูนขาว (ตัน)

จากรูปที่ 7 ปูนขาวมีคุณสมบัติเป็นด่างใช้ลดความเป็นกรดของน้ำ โดยใช้ในช่วงเดือน พ.ค. ถึง พ.ย. เป็นช่วงที่น้ำดิบเกิดสภาวะความขุ่นสูงจึงใช้สารส้มในการบำบัดปริมาณมาก สารส้มทำให้ pH ของน้ำลดต่ำลง จนกระทั่งกระบวนการโคแอกกูแลชั่น (กระบวนการตกตะกอน) เกิดขึ้นได้ไม่ดี ดังนั้นต้องใช้ปูนขาวปรับสภาพน้ำให้เป็นกลาง ความต้องการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยต่อสัปดาห์ เท่ากับ 15.95 ตัน และ 17.16 ตัน



รูปที่ 8 แสดงความต้องการของผงถ่าน (ตัน)

จากรูปที่ 8 ผงถ่านมีคุณสมบัติใช้ในการดูดซับและดูดซึม สี กลิ่น รส สารเคมีตกค้าง และโลหะหนักต่างๆ ที่มากับน้ำดิบ ซึ่งใช้ในช่วง ต.ค. ถึง ม.ค. เป็นช่วงน้ำดิบเกิดสภาวะด้อยคุณภาพและยังใช้ในช่วงเกิดวิกฤตน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 ความต้องการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยต่อสัปดาห์ เท่ากับ 34.45 ตันและ 38.28 ตัน



รูปที่ 9 แสดงความต้องการของด่างทับทิม (ตัน)

จากรูปที่ 9 ด่างทับทิมมีคุณสมบัติกำจัดสาหร่าย แบคทีเรีย รา และ ไวรัส ในน้ำดิบ โดยจะใช้ในสภาวะน้ำดิบมีปริมาณสาหร่ายเจริญเติบโตมากผิดปกติ โดยได้นำเข้ามาใช้ในช่วงวิกฤตน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 ความต้องการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยต่อสัปดาห์เท่ากับ 3.24 ตัน และ 5.52 ตัน

4.4 นโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง

จากแบบจำลองสถานการณ์แสดงถึงความต้องการปริมาณสารเคมีทั้ง 7 ชนิด จากนั้นทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและต่ำสุด ณ ปัจจุบันด้วยวิธี Order up to inventoryโดยการหา In stock probability และ Stock out probability เพื่อทำการตรวจสอบโอกาสการขาดแคลนสารเคมี โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้ Cachon and Terwiesch [15]

In stock probability คำนวณจากสูตร

$$Z = \frac{S - \mu}{\sigma}$$

S คือ ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด(ตัน)

μ คือ ปริมาณความต้องการในหนึ่งช่วงเวลา (ตัน)

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความต้องการในหนึ่งช่วงเวลา (ตัน)

จากนั้นนำค่า Z ที่คำนวณได้ไปเปิดตาราง Standard Normal Cumulative Probability จะได้ ความน่าเป็นที่จะมีสินค้าอยู่ในคลัง (In-stock probability) จากนั้นคำนวณหาความน่าจะเป็นที่สินค้าจะขาดแคลน (Stock out probability)

Stock out probability = 1-In stock probability

ตัวอย่างการคำนวณหา In-stock probability และ Stock out probability ของคลอรีน

In stock probability

$$Z = \frac{S - \mu}{\sigma}$$

โดยต้องหาความต้องการใช้สารเคมีในช่วงที่รอให้ซัพพลายเออร์มาส่งสินค้าซึ่งมีความต้องการรายเดือนเฉลี่ยเท่ากับ 479.76 ตัน ส่วนเบี่ยงเบนความต้องเฉลี่ยการเท่ากับ 92.19 ตันจากนั้นทำการแปลงความต้องการรายเดือนให้เป็นรายสัปดาห์ โดย 1 เดือนมี 4.33 สัปดาห์ และ ช่วงเวลา (L+1) เท่ากับ 0.286 สัปดาห์ จะได้

$$\mu = \frac{479.7 \times 0.286}{4.33}$$

$$\mu = 31.69$$

$$\sigma = \frac{92.19 \times \sqrt{0.286}}{\sqrt{4.33}}$$

$$\sigma = 23.69$$

$$Z = \frac{100 - 31.69}{23.69}$$

$$Z = 2.88$$

นำค่า Z ที่ได้จากการคำนวณได้ไปเปรียบเทียบหาค่า In-stock probability จากตาราง Standard Normal Cumulative Probability จะได้เท่ากับ 99.8% จากนั้นทำการหาความน่าจะเป็นที่สินค้าจะขาดแคลน (Stock out probability)

Stock out probability

Stock out probability = 1-In stock probability

Stock out probability = 100 - 99.8

Stock out probability = 0.2 %

สารเคมีประเภทคลอรีนมีความน่าจะเป็นที่เกิดการขาดแคลนเท่ากับ 0.2% ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลัง

	สารส้ม	คลอรีน	โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	โพลีอิเล็กโทรไลต์	ปูนขาว	ผงถ่าน	ด่างทับทิม
Maximum Inventory (Tons)	1800	100	180	50	894	100	100
Minimum Inventory (Tons)	600	20	36	10	180	20	20
In stock probability %	100	99.8	90.27	100	100	17.9	100
Stock out probability %	0	0.2	9.73	0	0	82.1	0

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลังพบว่าค่า In-stock probability ของ สารส้ม โพลีอิเล็กโทรไลต์ ปูนขาวและด่างทับทิม ไม่มีโอกาสที่จะเกิดการขาดแคลนสินค้า ในขณะที่คลอรีนมีค่า In-stock probability อยู่ที่ 99.8% มีโอกาสที่จะเกิดการขาดแคลนสินค้า 0.2% โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์มีค่า In-stock probability อยู่ที่ 90.27% มีโอกาสที่จะเกิดการขาดแคลนสินค้า 9.73% ผงถ่าน In-stock probability อยู่ที่ 17.9% มีโอกาสที่จะเกิดการขาดแคลนสินค้า 82.1%

4.5 แนวทางการปรับปรุงระดับสินค้าคงคลัง

เนื่องจากการประปานครหลวงเป็นองค์กรที่ให้บริการน้ำประปาที่สำคัญ ระดับการให้บริการจึงอยู่ในระดับที่ 99.9% เพื่อให้สามารถผลิตน้ำประปาบริการทั้งประชาชนและโรงงานอุตสาหกรรมอย่างทั่วถึงระดับสารเคมีในคลังนั้นก็ต้องมีเพียงพอในการบำบัดน้ำ ซึ่งจากการวัดประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลังด้วยวิธี Order up to inventory ทราบว่า สารเคมีประเภทของสารส้ม โพลีอิเล็กโทรไลต์ ปูนขาว สามารถตอบสนองระดับการให้บริการที่ 99.9% ได้เพราะมีค่า In-stock probability อยู่ที่ 100% ซึ่งมากกว่าที่ตั้งไว้ ส่วนสารเคมีประเภทคลอรีน โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ ไม่สามารถตอบสนองระดับการให้บริการที่ 99.9% ได้เพราะมีค่า In-stock น้อยกว่า 99.9% ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันการมีสินค้าคงคลังน้อยหรือมากเกินไป จึงทำการหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและระดับสินค้าคงคลังต่ำสุด จุดสั่งซื้อพร้อมทั้งปริมาณสินค้าคงคลังสำรองที่เหมาะสมกับระดับการบริการที่ 99.9% โดยมีวิธีคำนวณดังนี้ Cachon and Terwiesch [15]

Maximum Inventory

คำนวณหาระดับ Maximum Inventory ที่ระดับการบริการที่ 99.9% จากตาราง Standard Normal Cumulative Probability ได้ค่า Z เท่ากับ 3.09 แทนในสูตร

$$Z = \frac{S - \mu}{\sigma}$$

แปลงสูตรเป็น

$$S = (Z \times \sigma) + \mu$$
$$S = (3.09 \times 23.69) + 31.09$$
$$S = 104.29 \sim 105 \text{ ตัน}$$

Safety Stock

$$\text{Safety Stock} = z\sigma\sqrt{LT}$$

Z หาจากตางราง Standard Normal Cumulative Probability

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความต้องการในหนึ่งช่วงเวลา (ตัน)

LT คือ ช่วงเวลานำ

$$\text{Safety Stock} = 3.09 \times 23.69 \times \sqrt{0.143}$$
$$\text{Safety Stock} = 51.77 \text{ ตัน}$$

Minimum Inventory ROP

$$\text{Re order point} = \overline{D} \times LT + \text{Safety Stock}$$

$\overline{D}$ คือ ปริมาณความต้องการสินค้าเฉลี่ย (หน่วยต่อเวลา)

LT คือ ช่วงเวลานำ

$$\text{Re order point} = \overline{D} \times LT + \text{Safety Stock}$$

โดยที่ $\overline{D}$ เป็นความต้องการต่อเฉลี่ยต่อสัปดาห์

$$\overline{D} = \frac{479.7}{4.33}$$
$$\overline{D} = 110.80 \text{ ตันต่อสัปดาห์}$$

$$\text{Re order point} = (110.80 \times 0.143) + 51.77$$
$$\text{Re order point} = 67.61 \text{ ตัน}$$

Expected Shortage

$$\text{Expected Shortage} = \sigma \times L(z)$$

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความต้องการในหนึ่งช่วงเวลา (ตัน)

L(z) หาค่าจากตาราง Standard Normal Loss Function

โดยนำค่า Z ที่ใช้ในการคำนวณหา Maximum Inventory ที่ Z เท่ากับ 3.09 ไปเปิดตาราง Standard Normal Loss Function จะได้ L(z) เท่ากับ 0.0003 แทนในสมการเพื่อคำนวณ Expected Shortage จะได้

$$\text{Expected Shortage} = 0.0071 \text{ ตัน}$$

Expected On-Hand Inventory

Expected On-Hand Inventory
= S - Expected demand over (L + 1) periods
+ Expected backorder

โดย
Expected demand over (L + 1) periods คือปริมาณความต้องการในช่วงเวลา L+1
Expected shortage คือ ปริมาณสินค้าที่คาดว่าขาดแคลน

$$\text{Expected On Hand Inventory} = 105 - 31.69 + 0.0071$$
$$\text{Expected On Hand Inventory} = 73.31 \text{ ตัน}$$

Expected On-Order Inventory

Expected On Order Inventory
= Expected demand in one periods × LT

Expected On Order Inventory คือ ปริมาณความต้องการในหนึ่งช่วงเวลา
LT คือ ช่วงเวลานำ

$$\text{Expected On Order Inventory} = \frac{479.7}{4.33} \times 0.143$$

Expected On Order Inventory = 15.84 ตัน

Fill Rate

$$\text{Fill Rate} = 1 - \left[\frac{\text{Expected shortage}}{\text{Expected demand in one period}}\right]$$

$$\text{Fill Rate} = 1 - \frac{0.0071}{\frac{479.7}{4.33}}$$

Fill Rate = 0.9999

Fill Rate = 99.99%

ตารางที่ 4 การปรับปรุงระดับสินค้าคงคลังของสารเคมีทั้ง 7 ชนิด

	สารส้ม	คลอรีน	โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	โพลีอิเล็กโทรไลต์	ปูนขาว	ผงถ่าน	ด่างทับทิม
Maximum Inventory (Tons)	1200	105	360	6	35	460	57
Minimum Inventory (Tons) Or ROP	769.57	67.61	243.04	4.98	22.33	390.25	49.22
Safety Stock (Tons)	653.75	51.77	217.63	3.04	20.05	243.84	35.34
In stock probability %	99.94	99.9	99.9	99.95	99.95	99.93	99.92
Stock out probability %	0.06	0.1	0.1	0.05	0.05	0.07	0.08
Fill Rate %	99.98	99.99	99.98	100	100	99.94	100
Expected Shortage (Tons)	0.0598	0.0071	0.0299	0.0001	0.0009	0.0175	0.0025
Expected On-Hand Inventory (Tons)	968.41	73.31	309.22	3.61	30.44	279.48	39.88
Expected On-Order Inventory (Tons)	115.82	15.84	25.41	1.94	2.28	146.41	13.88

ตารางที่ 4 แสดงถึงประสิทธิภาพของการปรับปรุงระดับสินค้าคงคลังของเคมีทั้ง 7 ชนิด ดังนี้

- สารส้ม ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดอยู่ที่ 1200 ตัน จุดสั่งเติมเต็มสินค้าคงคลังอยู่ที่ 769.57 ตัน ที่อัตราการเติมเต็ม 99.98% มีโอกาส 99.94% ที่มีสินค้าในคลังและมีโอกาส 0.05% ที่สินค้าจะขาดแคลนปริมาณ 0.0598 ตัน สามารถลดระดับสินค้าคงคลังสูงสุดได้ 33.33%

- คลอรีน ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดอยู่ที่ 105 ตัน จุดสั่งเติมเต็มสินค้าคงคลังอยู่ที่ 67.61 ตัน ที่อัตราการเติมเต็ม 99.99% มีโอกาส 99.9% ที่มีสินค้าในคลังและมีโอกาส 0.1% ที่สินค้าจะขาดแคลนปริมาณ 0.0071 ตัน ต้องเพิ่มระดับสินค้าคงคลังสูงสุด 5%

- โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดอยู่ที่ 360 ตัน จุดสั่งเติมเต็มสินค้าคงคลังอยู่ที่ 243.04 ตัน ที่อัตราการเติมเต็ม 99.98% มีโอกาส 99.9% ที่มีสินค้าในคลังและมีโอกาส 0.1% ที่สินค้าจะขาดแคลนปริมาณ 0.0299 ตันต้องเพิ่มระดับสินค้าคงคลังสูงสุดจากเดิม 1 เท่า

- โพลีอิเล็กโทรไลต์ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดอยู่ที่ 6 ตัน จุดสั่งเติมเต็มสินค้าคงคลังอยู่ที่ 4.98 ตัน ที่อัตราการเติมเต็ม 100% มีโอกาส 99.95% ที่มีสินค้าในคลังและมีโอกาส 0.05% ที่สินค้าจะขาดแคลนปริมาณ 0.0001 ตันสามารถลดระดับสินค้าคงคลังสูงสุดได้ 94%

- ปูนขาวระดับสินค้าคงคลังสูงสุดอยู่ที่ 35 ตัน จุดสั่งเติมเต็มสินค้าคงคลังอยู่ที่ 22.33 ตัน ที่อัตราการเติมเต็ม 100% มีโอกาส 99.95% ที่มีสินค้าในคลังและมีโอกาส 0.05% ที่สินค้าจะขาดแคลนปริมาณ 0.0009 ตัน สามารถลดระดับสินค้าคงคลังสูงสุดได้ 96.09%

- ผงถ่านระดับสินค้าคงคลังสูงสุดอยู่ที่ 460 ตัน จุดสั่งเติมเต็มสินค้าคงคลังอยู่ที่ 390.25 ตัน ที่อัตราการเติมเต็ม 99.94% มีโอกาส 99.93% ที่มีสินค้าในคลังและมีโอกาส 0.07% ที่สินค้าจะขาดแคลนปริมาณ 0.0175 ตัน ต้องเพิ่มระดับสินค้าคงคลังสูงสุดจากเดิม 4.6 เท่า

- ด่างทับทิม ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดอยู่ที่ 57 ตัน จุดสั่งเติมเต็มสินค้าคงคลังอยู่ที่ 49.22 ตัน ที่อัตราการเติมเต็ม 100% มีโอกาส 99.92% ที่มีสินค้าคลังในคลังและมีโอกาส 0.08% ที่สินค้าจะขาดแคลนปริมาณ 0.0025 ตัน สามารถลดระดับสินค้าคงคลังสูงสุดได้ 43%

จากตารางที่ 4 แสดงระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและระดับสินค้าคงคลังต่ำสุด จุดสั่งซื้อพร้อมทั้งปริมาณสินค้าคงคลังสำรองที่เหมาะสมกับระดับการบริการที่ 99.9% ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและระดับสินค้าคงคลังต่ำสุดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงความแตกต่างระหว่างระดับสินค้าคงคลังปัจจุบันกับระดับสินค้าคงคลังที่ทำการปรับปรุง

สารเคมี	ปัจจุบัน		ปรับปรุง		
	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (ตัน)	ระดับสินค้าคงคลังต่ำสุด (ตัน)	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (ตัน)	ระดับสินค้าคงคลังต่ำสุด (ตัน)	สินค้าคงคลังสำรอง (ตัน)
สารส้ม	1800	600	1200	769.57	653.75
คลอรีน	100	50	105	67.61	51.77
โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	180	36	360	243.04	217.63
โพลีอิเล็กโทรไลต์	100	20	6	4.98	3.04
ปูนขาว	894	180	35	22.33	20.05
ผงถ่าน	100	20	460	390.25	243.84
ด่างทับทิม	100	20	57	49.22	35.34

5. สรุป

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าน้ำดิบด้อยคุณภาพเป็นต้นเหตุหลักของความเสี่ยงที่สำคัญ ดังนั้นจึงต้องเตรียมสารเคมีให้เพียงต่อความต้องการใช้บำบัดน้ำ เพราะการประปานครหลวงต้องผลิตน้ำให้บริการกับประชาชนตลอด 24 ชม. ถ้าเกิดการขาดแคลนสารเคมีอาจทำให้ต้องหยุดการผลิตหรือผลิตน้ำไม่ได้มาตรฐานส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างมหาศาลรวมถึงความเชื่อมั่นที่ผู้ใช้น้ำมีต่อการประปานครหลวง ดังนั้นต้องมีการจัดการสินค้าคงคลังให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องที่ระดับการให้บริการที่ 99.9% โดยการหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและระดับสินค้าคงคลังต่ำสุด จุดสั่งซื้อพร้อมทั้งปริมาณสินค้าคงคลังสำรองที่จะรองรับกับสถานการณ์วิกฤตที่ซัพพลายเออร์ไม่สามารถมาส่งสารเคมีได้ทันเวลา

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลัง ณ ปัจจุบันและทำการปรับปรุงระดับของสินค้าคงคลัง จุดสั่งซื้อ และสินค้าคงคลังสำรองด้วยวิธี Order up to inventory ผลลัพธ์ คือ สารเคมีประเภทสารคลอรีน โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ และผงถ่าน ควรทำการเพิ่มระดับการเก็บสารเคมีสูงสุดเพื่อให้มีสารเคมีเพียงพอต่อความต้องและลดความเสี่ยงที่จะเกิดการขาดแคลนสารเคมี ในขณะที่สารเคมีประเภท สารส้ม โพลีอิเล็กโทรไลต์ ปูนขาว และด่างทับทิม ควรทำการลดระดับการเก็บสารเคมีสูงสุดลงเพื่อเป็นการลดต้นทุนและหลีกเลี่ยงการเสื่อมสภาพของสารเคมีนอกจากนี้ในสารเคมีประเภท สารส้ม คลอรีน โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ ผงถ่าน ด่างทับทิมต้องทำการเพิ่มการเก็บสินค้าคงคลังสำรองรวมทั้งจุดสั่งเติมเต็มสินค้าที่สูงขึ้น เพื่อป้องกันการเกิดขาดแคลนสินค้ารวมถึงสถานการณ์วิกฤตที่ซัพพลายเออร์ไม่สามารถมาส่งสารเคมีได้ตรงตามเวลาอีกทั้งควรมีการวางแผนร่วมกับซัพพลายเออร์ในการหาวิธีที่จะป้องกันหรือลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและวางแผนการทำงานร่วมกันเมื่อเกิดเหตุการณ์วิกฤต

การวิเคราะห์ในงานวิจัยไม่ได้พิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการจัดซื้อ ที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ เช่น การจัดทำ TOR การจัดทำเอกสารประกวดราคา การพิจารณาผู้ผ่านการประเมินทางเทคนิค เป็นต้น ที่ใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน ดังนั้นหากต้องการบริหารปริมาณสารเคมีอย่างมีประสิทธภาพภายใต้ระดับสินค้าคงคลังที่นำเสนอไปนั้นควรเพิ่มประสิทธิภาพ หรือลดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดซื้อ (Sourcing Lead Time) ลง รวมทั้งมีสัญญาที่ครอบคลุมกับปริมาณการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องจึงจะส่งผลให้เกิดการเติมเต็มสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นหากการจัดการด้านการจัดซื้อมีความล่าช้า จะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณสารเคมีคงคลังที่จะต้องมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากมูลนิธิการศึกษาเชล 100 ปี และขอขอบพระคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่การประปานครหลวงที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

1. *Metropolitan Waterworks Authority Annual Report 2011*. (In Thai)

2. Waters, D., 2009, *Supply Chain Management: An Introduction to Logistics*, Palgrave Macmilian, New York, pp. 473– 49.

3. Chaiwat, T., 2009, *The service risks and insurance in the 21st century*, Bangkok: Chulalongkorn University Press, pp. 21-38.(In Thai)

4. Maninak, C., Wongphanit, K., Kaeomi S.P. and Phuengton, D., 2005, *Enterprise-Wide Risk Management*, Sum Publishing Co., Ltd., pp. 5-6. (In Thai)

5. Lambert, D.M., 2004, *Supply Chain and Logistics Management*, Translated and Edited by Naruephutthi, S., Phamonsathit, S., Duangphatsatra J., Top/McGraw-Hill Publishing, pp. 294, 320, 318, 319. (In Thai)

6. Suharitdamrong, V., 2003, *Logistics and Supply Chain Management Explain it … easy*, Se-education Public Company Limited., Bangkok (In Thai)

7. Wasusri T., 2009, *Inventory and Distribution Management*, SuNet Film Limited Partnership. (In Thai)

8. Chenchintanan, N., 2009, *The development of risk measurement tool in supply chain,Case study: Import machinery firm*, Master of Business Administration thesis, Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University. (In Thai)

9. Simcharoen, C. and Somsuk N., 2011, "Industrial Risk Management", *EAU Heritage Journal*, Vol. 5, No 1, January-June, pp. 8-16. (In Thai)

10. Sajjafuengkijkarn, P. and Wasusri, T., 2012, "An Analysis of Supply Chain Risk Management in a Manufacturing Fermented Vegetable Canning", *KMUTT Research and Development Journal*, Vol. 35, No3, pp. 311-321 (In Thai)

11. Christopher, M. and Peck, H., 2004, "Building the Resilient Supply Chain", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 15, No 2, pp. 4-6.

12. Chopra, S. and Sodhi, M.S., 2004, "Managing Risk To Avoid Supply-Chain Breakdown", *MIT Sloan Management Review*, Vol. 46, No 1, pp. 54–60.

13. ChanthaKit W., 2003, *17 Problem Solving Devices*, Sino Design Limited partnership, pp. 133-148. (In Thai)

14. Nayatani, Y.,Eiga, T., Futami, R. and Miyagawa, H., *7 New QC Tools*, Translated and edited by Simachokdi, W., 2003, TPA Publisher, pp. 15-21. (In Thai)

15. Cachon, G. and Terwiesh, C., 2006, Matching Supply with Demand, McGraw-Hill Publishing.