

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดการงบประมาณของชาติ
ด้วยกราฟระบุทิศทาง
ANALYTICS OF NATIONAL BUDGET ALLOCATION EFFICIENCY
WITH DIRECTED GRAPH



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์
ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลอัจฉริยะพระจอมเกล้าลาดกระบัง
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2024-SC-M-017-054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYTICS OF NATIONAL BUDGET ALLOCATION EFFICIENCY
WITH DIRECTED GRAPH



AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN DATA SCIENCE AND
ANALYTICS KMITL DIGITAL ANALYTICS AND INTELLIGENCE CENTER SCHOOL OF
SCIENCE KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2024

KMITL-2024-SC-M-017-054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2024

SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดการงบประมาณของชาติ ด้วยกราฟระบូทิศทาง
ชื่อนักศึกษา	นายทวิวัฒน์ รักสุจริต
รหัสประจำตัว	65056039
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์) ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลอัจฉริยะพระจอมเกล้าลาดกระบัง
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รองศาสตราจารย์ ดร.ละออ บุญเกษม

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอวิธีการปรับปรุงการจัดสรรงบประมาณแห่งชาติของประเทศไทยโดยใช้ทฤษฎีกราฟและการวิเคราะห์เครือข่าย สร้างเครือข่ายงบประมาณในรูปแบบกราฟแบบมีทิศทางโดยหนดแทนกระทรวง หน่วยงาน และรายการงบประมาณ พร้อมเส้นเชื่อมแทนการไหลของงบประมาณ แนวทางของเราใช้ประโยชน์จากเมทริกซ์กราฟที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเพจเรงค์, ค่าความเป็นศูนย์กลางเชิงองศา และอัตราส่วนประสิทธิภาพ เพื่อประเมินความสำคัญและประสิทธิภาพของหน่วยงานต่างๆ ในเครือข่ายงบประมาณ โดยแบบจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพที่สร้างขึ้นจากเมทริกซ์เหล่านี้จะแนะนำ การจัดสรรงบประมาณที่เพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมให้สูงสุด ในขณะที่ยังคงรักษาเสถียรภาพทางการคลังไว้ ที่สำคัญ เราได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแบบโต้ตอบในฐานระบบแนะนำที่หน่วยงานราชการสามารถใช้เพื่อแสดงภาพ ปรับเปลี่ยน และนำคำแนะนำด้านงบประมาณไปปฏิบัติ งานวิจัยนี้มีส่วนช่วยในการสร้างกรอบการทำงานแบบใหม่สำหรับการตัดสินใจด้านงบประมาณที่โปร่งใส โดยนำเสนอเครื่องมือที่ใช้งานได้จริงสำหรับผู้กำหนดนโยบายและแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะการประยุกต์ใช้ในหน่วยงานภาครัฐของประเทศอย่างกว้าง

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพงบประมาณ, ทฤษฎีกราฟ, ระบบแนะนำงบประมาณ

Independent Study Title	Analytics of national budget allocation efficiency with directed graph
Student Name	Thaweewat Rugsujarit
Student ID	65056039
Degree	Master of Science (Data Science and Analytics) KMITL Digital Analytics and Intelligence Center
Year	2567
Independent Study Advisor	Assoc. Prof. Dr. Laor Boongasame

Abstract

This study presents a data-driven approach to improve Thailand's national budget allocation. Using graph theory and network analysis, a budget network is constructed as a directed graph with nodes representing ministries, departments, and budget items, and edges representing budget flows. Our approach leverages key graph metrics, including PageRank, degree centrality, and efficiency ratio, to evaluate the importance and efficiency of different entities in the budget network. An optimization model built upon these metrics then recommends budget allocations that maximize overall efficiency while maintaining fiscal stability. Importantly, we have developed an interactive web application as a recommendation system that government agencies can use to visualize, adjust, and implement budget recommendations. This research contributes to creating a new framework for transparent budget decision-making by presenting practical tools for policymakers and demonstrating the potential for widespread application in government agencies across the country.

Keywords: Budget Optimization, Graph Theory, Budget Recommender System

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดการงบประมาณของชาติด้วยกราฟะบุทิศทางฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยความสามารถและการสนับสนุนจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ละออ บุญเกษม และ ดร. อัครเดช อุดมชัยพร อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง จนทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้และช่วยเหลือให้คำแนะนำในเรื่องต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุน ผู้วิจัยเสมอมาตลอดระยะเวลาของการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณข้อมูลจาก สำนักงบประมาณ (ร่างพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่าย (ฉบับที่ 3 ขว-แดง) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566) ที่ถูกแปลงเป็นรูปแบบที่คอมพิวเตอร์อ่านได้ และตรวจสอบโดย ทีมงานกลุ่มก้าว geek พรรคก้าวไกล Punch Up และ WeVis

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษา หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้

นาย ทวีวัฒน์ รักสุจริต

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การจัดสรรงบประมาณแผ่นดินของไทย	3
2.2 ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory)	4
2.2.1 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟในงานจัดสรรงบประมาณ	4
2.2.2 เทคนิคทฤษฎีกราฟ (Graph Theory Techniques)	5
2.2.3 องศาของจุดยอด (Degree of Vertex)	6
2.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization)	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.4.1 ปัญหาและอุปสรรคในการบริหารงบประมาณ	9
2.4.2 การจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมบนกราฟ	10
2.4.3 การจัดสรรงบประมาณด้วยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น	10
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	12
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน	12
3.2 การสร้างและวิเคราะห์กราฟข้อมูลงบประมาณ	12
3.2.1 การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing)	12
3.2.2 การสร้างกราฟข้อมูลงบประมาณ	15
3.2.3 การวิเคราะห์กราฟข้อมูลงบประมาณ	16
3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพและการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสม	16
3.3.1 การปรับค่าให้เป็นมาตรฐาน (Normalization)	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function Definition)	16
3.3.3 การกำหนดข้อจำกัด (Constraints Definition)	16
3.3.4 การหาค่าเหมาะสม (Optimization)	17
3.3.5 การสร้างคำแนะนำและคำอธิบาย	17
3.4 การประเมินผลแบบจำลองการจัดสรรงบประมาณ (Model Evaluation)	17
3.4.1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)	18
3.4.2 การทดสอบความทนทาน (Robustness Test)	18
3.5 การสร้างและนำเสนอแอปพลิเคชันแนะนำงบประมาณ	19
3.5.1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน	19
3.5.2 การแสดงผลและการวิเคราะห์ข้อมูล	19
3.5.3 การทดสอบและนำเสนอแอปพลิเคชัน	19
4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล	20
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจ (Exploratory Data Analysis)	20
4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของเครือข่ายกราฟ	20
4.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเทคนิคทฤษฎีกราฟในงบประมาณ	21
4.1.3 ภาพรวมการกระจายงบประมาณรวม	23
4.2 ผลการแนะนำงบประมาณจากกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ	24
4.2.1 หน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงและมีโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพ	24
4.2.2 หน่วยงานที่มีอิทธิพลเชิงงบประมาณน้อยแต่มีประสิทธิภาพสูง	24
4.2.3 หน่วยงานที่มีโอกาสได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติม	26
4.2.4 หน่วยงานที่มีการใช้จ่ายสูง	26
4.2.5 หน่วยงานที่มีการไหลเวียนงบประมาณสมดุล	27
4.2.6 หน่วยงานที่มีความแปรปรวนในการใช้งบประมาณ	28
4.2.7 หน่วยงานที่มีปัญหาคอขวดในการไหลเวียนงบประมาณ	28
4.2.8 หน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงเมื่อเทียบกับขนาดงบประมาณ	30
4.2.9 หน่วยงานขนาดเล็กที่มีโอกาสในการเพิ่มผลกระทบ	31
4.2.10 หน่วยงานที่มีการเชื่อมต่อน้อยและมีโอกาสในการเสริมสร้างความร่วมมือ	32
4.3 การทดสอบความทนทานในการเพิ่มประสิทธิภาพ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์ความไวในกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ	34
4.5 การใช้งานระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ	35
4.5.1 อพโทลด์ไฟล์ข้อมูล	35
4.5.2 ปรับแต่งงบประมาณ	36
4.5.3 แสดงข้อมูลผลลัพธ์และกราฟเปรียบเทียบ	37
4.6 ตัวอย่างงบประมาณที่ได้แนะนำหลังการปรับประสิทธิภาพ	38
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลวิจัย	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	44
ประวัติผู้เขียน	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตัวแปร ชื่อหัวข้อ คำอธิบาย และประเภทของข้อมูล	13
3.1 ตัวแปร ชื่อหัวข้อ คำอธิบาย และประเภทของข้อมูล (ต่อ)	14
4.1 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงและมีโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพ	24
4.2 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีอิทธิพลเชิงลบประมาณน้อยแต่มีประสิทธิภาพสูง	25
4.3 10 หน่วยงานที่มีโอกาสได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติม	26
4.4 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีการใช้จ่ายสูง	26
4.5 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีการไหลเวียนงบประมาณสมดุล	27
4.6 4 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีความแปรปรวนในการใช้งบประมาณ	28
4.7 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีปัญหาคอขวดในการไหลเวียนงบประมาณ	29
4.8 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงเมื่อเทียบกับขนาดงบประมาณ	30
4.9 10 อันดับแรกของหน่วยงานขนาดเล็กที่มีโอกาสในการเพิ่มผลกระทบ	31
4.10 10 อันดับแรกของหน่วยงานการเชื่อมต่อน้อยและมีโอกาสในการเสริมสร้างความร่วมมือ	32
4.11 ผลทดสอบความทนทานในการเพิ่มประสิทธิภาพ	33
4.12 ตัวอย่าง 20 หน่วยงานงบประมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงสุด	38
4.13 ตัวอย่าง 20 หน่วยงานงบประมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุด	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างองศาออกและองศาเข้า	7
3.1 ขั้นตอนการทำงาน	12
4.1 เครือข่ายกราฟของข้อมูลงบประมาณแห่งชาติ	20
4.2 ค่าความสัมพันธ์ของเทคนิคทฤษฎีกราฟในงบประมาณ	21
4.3 การกระจายงบประมาณรวมในหน่วยล้านบาท	23
4.4 ผลการวิเคราะห์ความไวในกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ	34
4.5 หน้าหลักของระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ	35
4.6 หน้าปรับแต่งงบประมาณของระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ	36
4.7 หน้าแสดงข้อมูลผลลัพธ์และกราฟเปรียบเทียบของระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดสรรงบประมาณแผ่นดินถือเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ โดยเป็นเครื่องมือที่รัฐบาลใช้ในการกระจายทรัพยากรเพื่อสนับสนุนนโยบายสาธารณะ และตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน อย่างไรก็ตาม การจัดสรรงบประมาณที่ไม่มีประสิทธิภาพ หรือไม่สอดคล้องกับ ความจำเป็นที่แท้จริง อาจนำไปสู่ความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม การสูญเสียโอกาสในการพัฒนา และปัญหาคอร์รัปชัน

ประเทศไทยเผชิญกับความท้าทายในการจัดสรรงบประมาณแผ่นดินมาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะ ปัญหาความเหลื่อมล้ำในการพัฒนาระหว่างภูมิภาค การกระจุกตัวของงบประมาณในส่วนกลางและ กรุงเทพมหานคร การขาดความโปร่งใสในกระบวนการจัดสรร และการขาดการมีส่วนร่วมของประชาชน ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้การพัฒนาประเทศไม่ทั่วถึงและไม่ยั่งยืน

ในปัจจุบัน ประเทศไทยกำลังมุ่งสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งต้องอาศัยการจัดสรร งบประมาณที่ชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลและสร้างแบบจำลองการจัดสรรงบประมาณ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้สามารถจัดสรรงบประมาณได้ อย่างเหมาะสม ตรงตามความต้องการ และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติและประชาชน

งานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำเสนอแนวทางการจัดสรรงบประมาณแผ่นดินโดยใช้ ทฤษฎีกราฟและกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ที่ซับซ้อน และค้นหาแนวทางการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ผลการวิจัยนี้ คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรงบประมาณ และเป็น รากฐานสำหรับการพัฒนาเครื่องมือและนโยบายที่เกี่ยวข้องในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดสรรงบประมาณแผ่นดินโดยใช้ทฤษฎีกราฟและ กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมและเป็นธรรมมากยิ่งขึ้น โดย มีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างของเครือข่ายงบประมาณแผ่นดินโดยใช้ทฤษฎีกราฟ เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์และการไหลเวียนของงบประมาณระหว่างหน่วยงานต่างๆ
2. พัฒนาแบบจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อหาแนวทางการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวชี้วัดประสิทธิภาพและข้อจำกัดต่างๆ
3. สร้างเครื่องมือหรือแอปพลิเคชันที่ช่วยในการวิเคราะห์และนำเสนอผลการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากข้อมูลได้ง่าย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลงบประมาณแผ่นดินของประเทศไทยม สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์, สร้างแอปพลิเคชันโดยใช้ข้อมูลจากเอกสารงบประมาณ รายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 เป็นกรณีศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. องค์ความรู้ใหม่: งานวิจัยนี้คาดว่าจะสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟและกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดสรรงบประมาณแผ่นดิน
2. เครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ: ผลการวิจัยจะนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือหรือแอปพลิเคชันที่ช่วยในการวิเคราะห์และนำเสนอผลการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจและวางแผนงบประมาณ
3. การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดสรรงบประมาณ: แนวทางและเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นคาดว่าจะช่วยให้การจัดสรรงบประมาณแผ่นดินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โปร่งใส และตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนมากยิ่งขึ้น
4. ลดความเหลื่อมล้ำ: การจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมจะช่วยลดความเหลื่อมล้ำในการพัฒนา ระหว่างภูมิภาคและกลุ่มประชากรต่างๆ
5. ส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน: การจัดสรรงบประมาณที่คำนึงถึงประสิทธิภาพและความต้องการของประชาชน จะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ประกอบด้วย การจัดสรรงบประมาณแผ่นดินของไทย, ทฤษฎีกราฟ และ การเพิ่มประสิทธิภาพ

2.1 การจัดสรรงบประมาณแผ่นดินของไทย

การจัดสรรงบประมาณแผ่นดินของไทยมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากการจัดสรรงบประมาณเป็นการกำหนดการใช้จ่ายของรัฐบาลที่มาจากรายได้จากภาษีและแหล่งอื่น ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ การจัดสรรงบประมาณในประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาตามสภาวการณ์ของประเทศในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและความจำเป็นของประชาชน

เหตุผลหลักของการจัดสรรงบประมาณคือการกระจายทรัพยากรไปยังพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างทั่วถึง การจัดสรรงบประมาณในลักษณะนี้มีความจำเป็นเพื่อแก้ไขปัญหาความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการกระจุกตัวของงบประมาณในส่วนกลางและกรุงเทพมหานครสูงมาก ซึ่งส่งผลให้เกิดความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ ดังนั้นการจัดสรรงบประมาณที่มีประสิทธิภาพควรเน้นการกระจายอำนาจและงบประมาณไปยังหน่วยงานส่วนภูมิภาคและท้องถิ่น เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อปัญหาและความต้องการของประชาชนในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดสรรงบประมาณในประเทศไทยมีปัญหาหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของภูมิภาคต่าง ๆ ปัญหาหลักที่พบคือ

1. ความเหลื่อมล้ำในการกระจายงบประมาณ ซึ่งส่วนใหญ่ถูกจัดสรรไปยังส่วนกลางและกรุงเทพมหานคร ทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำในการพัฒนาระหว่างภูมิภาคต่าง ๆ อย่างชัดเจน พื้นที่ห่างไกลและชนบทยังคงขาดแคลนทรัพยากรที่จำเป็นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน บริการสาธารณสุข และเศรษฐกิจท้องถิ่น
2. การกระจายอำนาจที่ไม่สมดุลเป็นอีกหนึ่งปัญหาที่สำคัญ แม้จะมีความพยายามในการกระจายอำนาจสู่ท้องถิ่น แต่ในทางปฏิบัติ อำนาจในการตัดสินใจและจัดสรรงบประมาณยังคงรวมศูนย์อยู่ที่ส่วนกลาง ทำให้ท้องถิ่นขาดความคล่องตัวในการบริหารจัดการงบประมาณเพื่อตอบสนองต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการเฉพาะของพื้นที่ นอกจากนี้ การขาดการวางแผนระยะยาวและการเปลี่ยนแปลง
เจ้าหน้าที่บ่อยครั้งยังส่งผลให้การบริหารจัดการงบประมาณขาดประสิทธิภาพและความต่อเนื่อง

3. ความไม่โปร่งใสในกระบวนการจัดสรรงบประมาณยังเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย อาจมีการใช้ดุลพินิจ
ส่วนตัวหรืออิทธิพลทางการเมืองเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้เกิดความไม่เป็นธรรมและการใช้
งบประมาณที่ไม่คุ้มค่า การตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนก็ยังคงเป็นปัญหา เนื่องจาก
การจัดสรรงบประมาณบางครั้งอาจไม่สอดคล้องกับความต้องการที่แท้จริงของประชาชนในพื้นที่
และกระบวนการจัดท่างบประมาณมักขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างแท้จริง

2.2 ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory)

ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory) สามารถเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังในการวิเคราะห์และปรับปรุงการ
จัดสรรงบประมาณของประเทศ การประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟในบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง
ส่วนประกอบต่าง ๆ ของงบประมาณเป็นเครือข่ายของโหนด (Nodes) และขอบ (Edges) โดยที่โหนด
สามารถแทนภาคส่วนหรือโครงการต่าง ๆ และขอบแทนความสัมพันธ์หรือการพึ่งพาหารหว่างกัน นี่คือ
วิธีการที่ทฤษฎีกราฟสามารถนำไปใช้ในการจัดสรรงบประมาณ:

2.2.1 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟในงานจัดสรรงบประมาณ (Applications of Graph Theory in Budget Allocation)

1. การสร้างแบบจำลองเครือข่าย (Network Modeling): ทฤษฎีกราฟสามารถใช้เพื่อสร้าง
แบบจำลองเครือข่ายของกระบวนการจัดสรรงบประมาณ โดยแต่ละโหนดในกราฟ
สามารถแทนรายการงบประมาณหรือแผนก และขอบสามารถแทนการไหลของเงินทุน
หรือการพึ่งพาหารหว่างรายการเหล่านี้ แบบจำลองนี้ช่วยในการมองเห็นโครงสร้าง
งบประมาณทั้งหมดและการระบุพื้นที่สำคัญของการพึ่งพา
2. ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization Problems): ทฤษฎีกราฟมักถูกใช้ในการ
แก้ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพ เช่น การหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการจัดสรร
ทรัพยากร เทคนิคต่าง ๆ เช่น ต้นไม้แผ่ขั้นต่ำ (Minimum Spanning Tree) หรือการ
ไหลสูงสุด (Maximum Flow) สามารถนำไปใช้เพื่อให้แน่ใจว่างบประมาณถูกจัดสรรใน
ลักษณะที่เพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสีย
3. การขนส่งและการกระจาย (Transportation and Distribution): แนวคิดจากทฤษฎี
กราฟ เช่น ปัญหาเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem - VRP) สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับใช้สำหรับการจัดสรรงบประมาณเพื่อให้แน่ใจว่าเงินทุนถูกแจกจ่ายอย่างมีประสิทธิภาพทั่วภูมิภาคหรือภาคส่วนต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหาวิธีทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการกระจายทรัพยากร คล้ายกับการกระจายสินค้าในเครือข่ายโลจิสติกส์

4. การวิเคราะห์การพึ่งพา (Dependency Analysis): โดยการสร้างแบบจำลองรายการงบประมาณเป็นกราฟ สามารถวิเคราะห์การพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ของงบประมาณได้ ซึ่งช่วยในการทำความเข้าใจว่าการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่หนึ่งของงบประมาณอาจมีผลกระทบต่อพื้นที่อื่นอย่างไร ช่วยให้การตัดสินใจมีข้อมูลรองรับมากขึ้น

2.2.2 เทคนิคทฤษฎีกราฟ (Graph Theory Techniques)

1. กราฟที่มีน้ำหนัก (Weighted Graphs): ในการจัดสรรงบประมาณ กราฟที่มีน้ำหนักสามารถใช้ได้โดยที่น้ำหนักแทนต้นทุน ความสำคัญ หรือความสำคัญของการจัดสรรตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า
2. อัลกอริทึมการค้นหาเส้นทาง (Pathfinding Algorithms): อัลกอริทึม เช่น อัลกอริทึมของ Dijkstra หรือ Bellman-Ford สามารถใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือคุ้มค่าที่สุดที่สุดในเครือข่ายงบประมาณ เพื่อให้แน่ใจว่าเงินทุนถูกจัดสรรอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การวิเคราะห์การไหลของเครือข่าย (Network Flow Analysis): เทคนิคเช่น วิธีของ Ford-Fulkerson [Newman, M. E. J. 2010] สามารถใช้ในการวิเคราะห์การไหลของเงินทุนผ่านเครือข่ายงบประมาณ เพื่อระบุคอขวดหรือพื้นที่ที่ทรัพยากรไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ
4. มาตรการวัดศูนย์กลาง (Centrality Measures): ศูนย์กลางเป็นแนวคิดสำคัญในทฤษฎีกราฟที่ใช้ในการระบุโหนดที่สำคัญที่สุดในเครือข่าย [Freeman, L. C. 1978] มีหลายประเภทของมาตรการวัดศูนย์กลางที่สามารถนำไปใช้ได้:
 - ศูนย์กลางระดับดีกรี (Degree Centrality): วัดจำนวนการเชื่อมต่อโดยตรงที่โหนดมีในบริบทของการจัดสรรงบประมาณ โหนดที่มีศูนย์กลางระดับดีกรีสูงอาจแทนภาคส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นหลายภาคส่วน ซึ่งบ่งชี้ถึงความสำคัญของมันในเครือข่าย

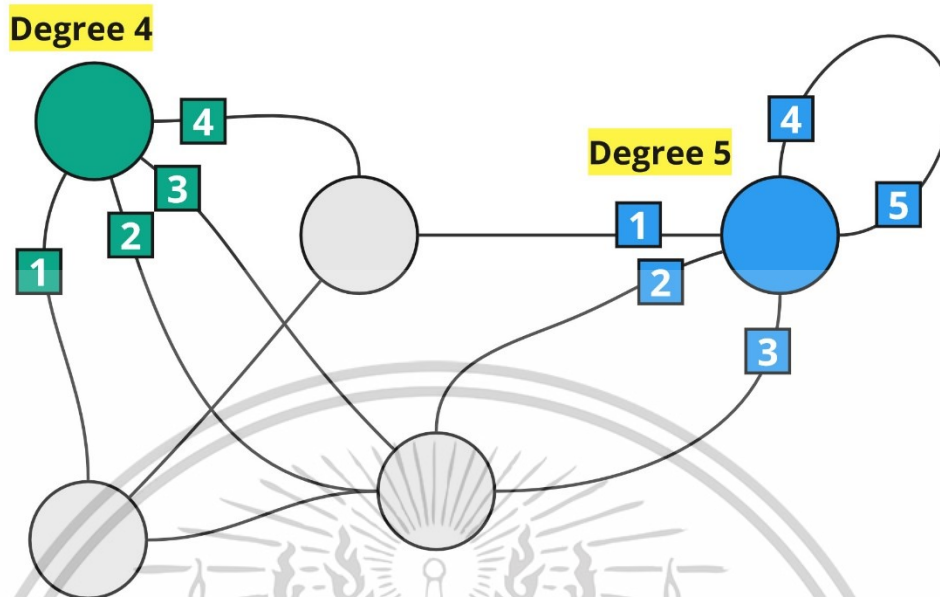
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศูนย์กลางใกล้ชิด (Closeness Centrality): บ่งบอกว่าโหนดสามารถเข้าถึงโหนดอื่น ๆ ในเครือข่ายได้เร็วเพียงใด โหนดที่มีศูนย์กลางใกล้ชิดสูงอาจมองว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเชิงกลยุทธ์สำหรับการกระจายทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
- ศูนย์กลางระหว่าง (Betweenness Centrality): วัดขอบเขตที่โหนดอยู่บนเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างโหนดอื่น ๆ โหนดที่มีศูนย์กลางระหว่างสูงอาจมีความสำคัญต่อการควบคุมการไหลของทรัพยากรหรือข้อมูลผ่านเครือข่าย
- ศูนย์กลางอีเจนเวกเตอร์ (Eigenvector Centrality): วัดนี้ไม่เพียงแต่พิจารณาจำนวนการเชื่อมต่อที่โหนดมี แต่ยังพิจารณาความสำคัญของการเชื่อมต่อนั้นด้วย มีประโยชน์ในการระบุโหนดที่มีอิทธิพลเนื่องจากการเชื่อมต่อกับโหนดอื่นที่มีการเชื่อมต่อดี
- เพจเรงก์ (PageRank): เดิมทีพัฒนาโดย Google [Brin, S., & Page, L. 1998] เพื่อจัดอันดับหน้าเว็บ เพจเรงก์เป็นประเภทของศูนย์กลางอีเจนเวกเตอร์ที่ประเมินความสำคัญของโหนดตามจำนวนและคุณภาพของลิงก์ที่เชื่อมโยงถึงพวกเขา ในการจัดสรรงบประมาณ เพจเรงก์สามารถใช้ในการระบุภาคส่วนหรือโครงการสำคัญที่มีอิทธิพลมากเนื่องจากการเชื่อมโยงกับโหนดสำคัญอื่น ๆ วิธีนี้เกี่ยวข้องกับแบบจำลองการเดินแบบสุ่มซึ่งความสำคัญของโหนดถูกกำหนดโดยความน่าจะเป็นของการไปถึงโหนดนั้นผ่านการเดินสุ่มผ่านเครือข่าย

2.2.3 องศาของจุดยอด (Degree of Vertex)

ในทฤษฎีกราฟ (Graph Theory) องศาของจุดยอด (Degree of Vertex) [Diestel, R. 2005] เป็นแนวคิดพื้นฐานที่แสดงถึงจำนวนเส้นเชื่อม (Edges) ที่กระทบกับจุดยอดนั้น ๆ สำหรับกราฟแบบมีทิศทาง (Directed Graph) องศาของจุดยอดสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ องศาออก (Out-Degree) และ องศาเข้า (In-Degree) โดยที่องศาออกของจุดยอดจะหมายถึงจำนวนเส้นเชื่อมที่มีจุดยอดนั้นเป็นจุดเริ่มต้น หรืออีกนัยหนึ่งคือจำนวนเส้นเชื่อมที่ "ออกจาก" จุดยอด ซึ่งสามารถแสดงด้วยสัญลักษณ์ $\text{deg}^+(v)$ ส่วนองศาเข้าของจุดยอดจะหมายถึงจำนวนเส้นเชื่อมที่สิ้นสุดที่จุดยอดนั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือจำนวนเส้นเชื่อมที่ "เข้าสู่" จุดยอด ซึ่งสามารถแสดงด้วยสัญลักษณ์ $\text{deg}^-(v)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แผนผังความสัมพันธ์ระหว่างองศาออกและองศาเข้า

ความสัมพันธ์ระหว่างองศาออกและองศาเข้าในกราฟแบบมีทิศทางนั้น องศาของจุดยอดสามารถคำนวณได้จากผลรวมขององศาออกและองศาเข้า นั่นคือ $\deg(v) = \deg^+(v) + \deg^-(v)$ [Springer, West, D. B. 2001] แนวคิดเหล่านี้มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์กราฟ เนื่องจากช่วยให้เราเข้าใจโครงสร้างและพฤติกรรมของเครือข่ายที่ซับซ้อนได้ ในการวิเคราะห์เครือข่ายสังคม (Social Network Analysis) ตัวอย่างเช่น องศาออกของจุดยอดหนึ่งสามารถแสดงถึงจำนวนบุคคลหรือหน่วยงานที่ได้รับอิทธิพลจากจุดยอดนั้น ในขณะที่องศาเข้าแสดงถึงจำนวนบุคคลหรือหน่วยงานที่มีอิทธิพลต่อตัวจุดยอดเอง การพิจารณาองศาออกและองศาเข้าช่วยให้สามารถประเมินความสำคัญของแต่ละจุดยอดในแง่ของอิทธิพลและบทบาทเชิงเครือข่ายได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาและวางแผนเชิงกลยุทธ์ในระบบที่ซับซ้อน องศาออกและองศาเข้ามีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา เช่น การวิเคราะห์เครือข่าย (Network Analysis) การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) และวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) โดยในเครือข่ายที่ซับซ้อนมีความสำคัญในการศึกษาโครงสร้างและพฤติกรรมของระบบ เช่น เครือข่ายสังคมที่วิเคราะห์การเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้ หรือเครือข่ายชีวภาพที่ทำความเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างเซลล์หรือโมเลกุลต่าง ๆ [Prentice Hall, Wasserman, S., & Faust, K. 1994] การประยุกต์ใช้แนวคิดนี้ยังช่วยในการคาดการณ์รูปแบบการสื่อสาร การแพร่กระจายของข้อมูล หรือการถ่ายทอดของทรัพยากรในระบบเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization)

การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นในการหาจุดที่ดีที่สุดหรือค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันหนึ่ง ๆ ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด การเพิ่มประสิทธิภาพมีบทบาทสำคัญในหลายสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะในยุคที่ข้อมูลมีปริมาณมากและมีความซับซ้อนมากขึ้น การเพิ่มประสิทธิภาพจึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิธีการและเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ. ประเภทของการเพิ่มประสิทธิภาพ การเพิ่มประสิทธิภาพสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทตามลักษณะของปัญหาและวิธีการที่ใช้ เช่น:

1. การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงเส้น (Linear Optimization): เป็นการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันเชิงเส้นภายใต้ข้อจำกัดเชิงเส้น ซึ่งเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์เชิงปริมาณในหลายสาขา
 2. การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงไม่เชิงเส้น (Non-linear Optimization): ใช้สำหรับปัญหาที่ฟังก์ชันหรือข้อจำกัดไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งต้องการวิธีการที่ซับซ้อนมากขึ้นในการหาโซลูชันที่เหมาะสม
 3. การเพิ่มประสิทธิภาพแบบผสม (Mixed-Integer Optimization): ใช้สำหรับปัญหาที่มีทั้งตัวแปรเชิงจำนวนเต็มและเชิงต่อเนื่อง ซึ่งพบได้บ่อยในปัญหาการวางแผนและการจัดการ
- วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพที่พบบ่อย วิธีการที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพมีหลากหลาย ตั้งแต่วิธีการแบบดั้งเดิมจนถึงวิธีการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น:

1. วิธีการเชิงอนุพันธ์ (Gradient-Based Methods): ใช้การคำนวณอนุพันธ์เพื่อหาทิศทางที่ทำให้ฟังก์ชันมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว เช่น วิธีการลดความชัน (Gradient Descent) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัญหาการเรียนรู้ของเครื่อง
2. วิธีการเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithms): เช่น อัลกอริทึมพันธุกรรม (Genetic Algorithms) ที่ใช้หลักการของการคัดเลือกตามธรรมชาติในการหาค่าที่เหมาะสม
3. วิธีการเชิงฮิวริสติก (Heuristic Methods): เช่น การค้นหาแบบจำลอง (Simulated Annealing) และการค้นหาแบบฝูง (Particle Swarm Optimization) ซึ่งใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีการรับประกันที่ชัดเจน

บทบาทของการเพิ่มประสิทธิภาพในปัจจุบัน ในปัจจุบัน การเพิ่มประสิทธิภาพมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะในด้านการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) การเพิ่มประสิทธิภาพช่วยในการปรับปรุงประสิทธิภาพของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเดลการเรียนรู้ ทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลที่มีปริมาณมากและซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้การเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์เครือข่าย การจัดการทรัพยากร และการวางแผนการผลิต ซึ่งช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการต่างๆ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 ปัญหาและอุปสรรคในการบริหารงบประมาณ

อรวรรณ ปฎิมาประกร (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาและอุปสรรคในการบริหารงบประมาณของเจ้าหน้าที่งบประมาณกองบัญชาการ หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา พบว่ามีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบริหารจัดการงบประมาณ ได้แก่ ปัจจัยด้านการบริหารจัดการงบประมาณ ปัจจัยด้านเจ้าหน้าที่งบประมาณ ด้านการวางแผนการทำงาน ด้านระบบปฏิบัติงาน ด้านรูปแบบการบริหารจัดการ และด้านวัฒนธรรมองค์กร โดยพบว่าหลายหน่วยงานยังขาดการวางแผนระยะยาว การจัดทำค่าของงบประมาณไม่สอดคล้องกับนโยบายและแผนงาน ขาดการเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างแผนงานและนโยบาย ส่วนปัจจัยด้านเจ้าหน้าที่พบว่ามีการโยกย้ายบ่อยทำให้ขาดความต่อเนื่องในการทำงาน

มาลัย พักเงิน และปริตตา ธนสุกาญจน์ (2552) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานด้านการบริหารงานคลังขององค์การบริหารส่วนตำบลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร พบว่าปัญหาในการปฏิบัติงานเกิดจากความไม่เข้าใจและการขาดความรู้ในระเบียบเกี่ยวกับการเงินการบัญชีของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ทำให้การปฏิบัติงานการเงินและบัญชีไม่เป็นปัจจุบันและไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบปัญหาการขาดขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงาน เนื่องจากลักษณะงานมีความรับผิดชอบสูงเกินอำนาจหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงาน เป็นเหตุให้เกิดข้อบกพร่องผิดพลาดในงานบริหารการคลัง

วารุณี ศุภกุล (2548) ได้ศึกษาการกระจายอำนาจทางการคลังกับการมีส่วนร่วมของประชาชนทางด้านรายได้และค่าใช้จ่าย พบว่าประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษียังไม่ดีเท่าที่ควร เจ้าหน้าที่ขาดความรู้ในเรื่องภาวะเศรษฐกิจ ขาดการรวบรวมฐานข้อมูลภาษีทำให้การวางแผนจัดเก็บภาษีไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยด้านวัฒนธรรมองค์กรมีความสำคัญ โดยหน่วยงานที่มีวัฒนธรรมองค์กรที่ดี ผู้ปฏิบัติงานจะให้ความสำคัญกับเป้าหมายการเบิกจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งบประมาณ มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการเบิกจ่ายงบประมาณอยู่ในระดับสูง

2.4.2 การจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมบนกราฟ

Ben-Moshe และคณะ (2014) ได้ศึกษาปัญหาการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมบนกราฟ โดยพิจารณาปัญหาการหาจุดศูนย์กลาง (center point) และจุดมัธยฐาน (median point) ที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้การจัดสรรงบประมาณที่มีจำกัด งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดใหม่โดยกำหนดให้น้ำหนักของเส้นเชื่อมในกราฟไม่คงที่ แต่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามงบประมาณที่จัดสรร โดยมีเป้าหมายเพื่อหาการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมที่สุดซึ่งทำให้กราฟที่ได้มีรัศมีหรือระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุด

สำหรับกรณีของต้นไม้ (tree) ผู้วิจัยได้นำเสนออัลกอริทึมที่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ในเวลาเชิงเส้น (linear time) ทั้งกรณีที่กำหนดจุดศูนย์กลางมาให้และกรณีที่ต้องหาจุดศูนย์กลางที่เหมาะสมที่สุดด้วย นอกจากนี้ยังได้ขยายแนวคิดไปสู่ปัญหาการหาจุดมัธยฐานบนต้นไม้ด้วย

สำหรับกรณีทั่วไปบนกราฟสมบูรณ์ (complete graph) ที่เกิดจากปริภูมิเมตริก ผู้วิจัยได้พิสูจน์ว่าปัญหานี้เป็นปัญหา NP-hard และได้นำเสนออัลกอริทึมประมาณการ (approximation algorithm) ที่ให้คำตอบที่มีค่าไม่เกิน $O(\log^2(n))$ เท่าของคำตอบที่ดีที่สุด โดยใช้แนวคิดการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของต้นไม้ค้นหาแบบสมดุล (balanced search tree) บนเส้นตรง

งานวิจัยนี้ได้เปิดประเด็นคำถามวิจัยใหม่ๆ เช่น การลดช่องว่างระหว่างขอบเขตบนและล่างของปัญหา การพัฒนาอัลกอริทึมประมาณการสำหรับปัญหา k-center และ k-median บนกราฟทั่วไป และการหาวิธีลดเส้นผ่านศูนย์กลางของกราฟภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณ เป็นต้น แนวคิดการจัดสรรงบประมาณบนกราฟที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาการออกแบบเครือข่ายการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพภายใต้งบประมาณที่จำกัดได้

2.4.3 การจัดสรรงบประมาณด้วยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น

Adel Azar และคณะ (2011) ได้นำเสนอแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่ผสมผสานแนวคิดการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบแกร่ง (robust optimization) สำหรับการจัดสรรงบประมาณตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการปฏิบัติงาน (Performance-Based Budgeting: PBB) ในองค์กรภาครัฐ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาค่าใช้จ่ายที่ไม่แน่นอนของข้อมูลและพารามิเตอร์ต่างๆ ในกระบวนการจัดสรรงบประมาณ ซึ่งอาจส่งผลให้การจัดสรรงบประมาณไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

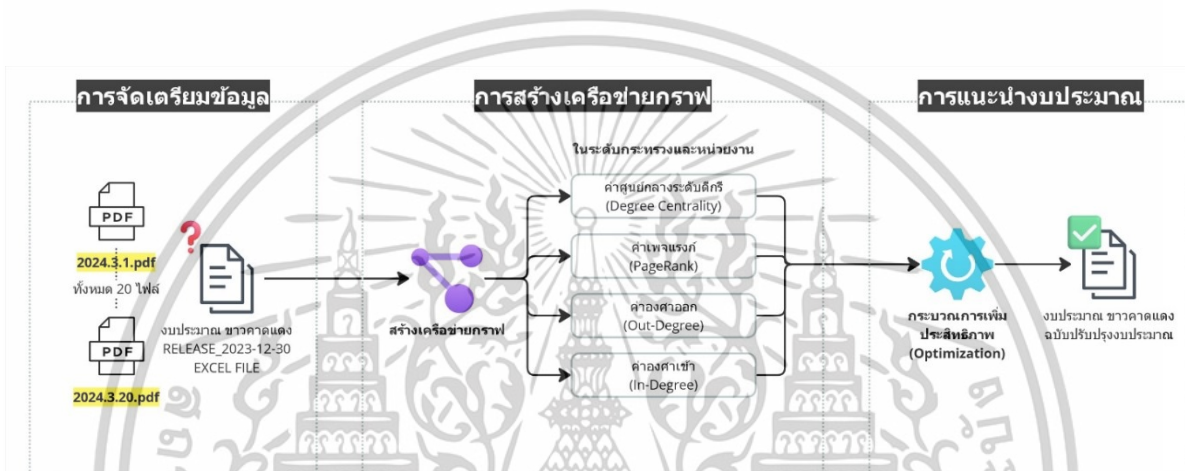
ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นพื้นฐานสำหรับ PBB ก่อน จากนั้นจึงประยุกต์ใช้แนวคิดการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบแกร่ง (robust optimization) เพื่อรองรับความไม่แน่นอนของข้อมูลนำเข้า โดยเฉพาะในส่วนของงบประมาณที่มีอยู่ และค่าสัมประสิทธิ์ผลกระทบของกิจกรรมต่างๆ ต่อเป้าหมายขององค์กร แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นถูกนำไปทดสอบกับข้อมูลจริงของหน่วยงานราชการในประเทศอิหร่าน โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์กับแบบจำลองแบบกำหนด (deterministic model) และแบบจำลองแกร่งตามแนวทางของ Soyster และ Bertsimas-Sim

ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองแกร่งที่พัฒนาขึ้นสามารถลดความคลาดเคลื่อนของการจัดสรรงบประมาณ (budget deviation) ลงได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแบบจำลองแบบกำหนด โดยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนลดลงจาก 15% เหลือ 10% นอกจากนี้ แบบจำลองแกร่งยังสามารถปรับระดับความอนุรักษ์นิยม (conservatism) ในการจัดสรรงบประมาณได้ตามความเหมาะสม ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจเลือกแผนงบประมาณที่สมดุลระหว่างความเสี่ยงและประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการทำงาน

3.2 การสร้างและวิเคราะห์กราฟข้อมูลงบประมาณ (Budget Graph Creation and Analysis)

3.2.1 การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลงบประมาณที่เผยแพร่สู่สาธารณะโดยสำนักงานงบประมาณ (ร่างพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่าย ฉบับที่ 3 ขาว-แดง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566) ซึ่งมีทั้งหมด 20 ไฟล์ เผยแพร่สู่สาธารณชนผ่านทางเว็บไซต์สภา ข้อมูลดังกล่าวถูกแปลงเป็นรูปแบบที่คอมพิวเตอร์อ่านได้โดยทีมงาน WeVis

ผู้วิจัยได้นำไฟล์ทั้งหมดมารวมกันเป็นเอกสารหนึ่งไฟล์ก่อนจะนำไปเข้ากระบวนการสร้างกราฟ ทั้งนี้ ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการทำ OCR ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนจากเอกสารงบประมาณต้นฉบับ ดังนั้น ก่อนนำผลการวิเคราะห์ไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างเป็นทางการ ผู้วิจัยจะทำการทวนสอบข้อมูลกับเอกสารต้นฉบับโดยใช้ข้อมูลอ้างอิง REF_DOC และ REF_PAGE_NO เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์

ตารางที่ 3.1 ตัวแปร ชื่อหัวข้อ คำอธิบาย และประเภทของข้อมูล

Field Name	Formal Thai Name	Data Type / Format	Description
REF_DOC	-	str / [FY].[ฉบับ].[เล่ม]	เลขที่เอกสารเล่มงบ (pdf), [FY]=ปีงบประมาณของเล่มงบ, [ฉบับ]=ฉบับที่, [เล่ม]=เล่มที่
REF_PAGE_NO	-	int	หน้าเอกสารของ pdf page
MINISTRY	กระทรวง	str	กระทรวง/หน่วยงานเทียบเท่ากระทรวง
STRATEGY	แผนยุทธศาสตร์	str	แผนยุทธศาสตร์
MOTHER_PLAN	แผนแม่บท	str	แผนแม่บท
CROSS_FUNC	แผนงานบูรณาการหรือไม่?	bool	เป็น row (งบประมาณ) ภายใต้แผนงานบูรณาการ ใช้หรือไม่? แผนงานบูรณาการ หมายถึง แผนงานที่มีชื่อขึ้นต้นด้วยคำว่า "แผนงานบูรณาการ"
BUDGETARY_UNIT	หน่วยรับงบประมาณ	str	ส่วนใหญ่เป็นกรม/หน่วยงานเทียบเท่ากรม
BUDGET_PLAN	แผนงาน	str	ชื่อแผนงานตาม พ.ร.บ.วิธีการงบประมาณ
OUTPUT	โครงการ	str	ภายใต้แผนงานจะมี 0-n ผลผลิต/โครงการ, 1 row จะสามารถอยู่ภายใต้ 1 ผลผลิต XOR 1 โครงการ
PROJECT	โครงการ	str	ภายใต้แผนงานจะมี 0-n ผลผลิต/โครงการ, 1 row จะสามารถอยู่ภายใต้ 1 ผลผลิต XOR 1 โครงการ อย่างใดอย่างหนึ่ง
CATEGORY_LV1	งบรายจ่าย	str	หมวดงบรายจ่าย level-1 จะประกอบไปด้วย งบบุคลากร, งบดำเนินงาน, งบลงทุน, งบเงินอุดหนุน, งบรายจ่ายอื่น เท่านั้น
CATEGORY_LV2	งบรายจ่าย	str	หมวดงบรายจ่าย level-2, ในเอกสาร pdf จะปรากฏอยู่ใน line item ที่มีเลข (ordered list) นำหน้าอยู่ใน format x.y.z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ตัวแปร ชื่อหัวข้อ คำอธิบาย และประเภทของข้อมูล

Field Name	Formal Thai Name	Data Type / Format	Description
CATEGORY_LV3	งบรายจ่าย	str	หมวดงบรายจ่าย level-3, ในเอกสาร pdf จะปรากฏอยู่ใน line item ที่มีเลข (ordered list) นำหน้าอยู่ใน format x.y.z
CATEGORY_LV4	งบรายจ่าย	str	หมวดงบรายจ่าย level-4, ในเอกสาร pdf จะปรากฏอยู่ใน line item ที่มีเลข (ordered list) นำหน้าอยู่ใน format x.y.z
CATEGORY_LV5	งบรายจ่าย	str	หมวดงบรายจ่าย level-5, ในเอกสาร pdf จะปรากฏอยู่ใน line item ที่มีเลข (ordered list) นำหน้าอยู่ใน format x.y.z
CATEGORY_LV6	งบรายจ่าย	str	หมวดงบรายจ่าย level-6, ในเอกสาร pdf จะปรากฏอยู่ใน line item ที่มีเลข (ordered list) นำหน้าอยู่ใน format x.y.z
ITEM_DESCRIPTION	-	str	ชื่อรายการ, ในเอกสาร pdf จะปรากฏอยู่ใน line item ที่มีเลข (ordered list) นำหน้าอยู่ใน format (x), บาง row อาจไม่มี ITEM_DESCRIPTION ก็ได้
FISCAL_YEAR	ปีงบประมาณ	str / ปี ค.ศ.	มีโอกาสนี้ 1 line item อาจมีหลาย row ได้หากกรายนั้นเป็นรายการ งบผูกพัน
AMOUNT	จำนวนเงิน งบประมาณ	str	จำนวนเงินงบประมาณ
OBLIGED	งบผูกพันหรือไม่?	bool	มีค่าเป็น TRUE ก็ต่อเมื่อ เป็น line item ที่มีข้อมูลหลาย row FISCAL_YEAR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้:

1. เลือกคอลัมน์ที่เกี่ยวข้อง: นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ CSV และเลือกเฉพาะคอลัมน์ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ (REF_DOC, REF_PAGE_NO, MINISTRY, BUDGETARY_UNIT, BUDGET_PLAN, CATEGORY_LV1, CATEGORY_LV2, ITEM_DESCRIPTION, AMOUNT, FISCAL_YEAR)
2. แปลงข้อมูลจำนวนเงิน: แปลงข้อมูลในคอลัมน์ AMOUNT จากรูปแบบสตริงเป็นตัวเลขทศนิยม โดยกำจัดเครื่องหมายคอมม่า และปิดเศษให้เหลือทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. จัดการค่าที่หายไป: เติมค่าที่หายไปในคอลัมน์ CATEGORY_LV1 และ CATEGORY_LV2 ด้วยคำว่า "อื่นๆ"
4. กรองข้อมูล: เลือกเฉพาะข้อมูลของปีงบประมาณ 2024

การวิเคราะห์งบประมาณแผ่นดินเป็นงานที่มีความซับซ้อนและต้องการมุมมองที่หลากหลาย เพื่อให้เข้าใจถึงโครงสร้างและความสัมพันธ์ของการจัดสรรงบประมาณระหว่างหน่วยงานต่างๆ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory) มาประยุกต์ใช้ วิธีการนี้ช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมของการไหลเวียนของงบประมาณ ตลอดจนระบุหน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญในระบบงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนในการสร้างและวิเคราะห์กราฟข้อมูลงบประมาณมีดังนี้:

3.2.2 การสร้างกราฟข้อมูลงบประมาณ:

กระบวนการนี้ประกอบด้วยการสร้างกราฟแบบมีทิศทางจากข้อมูลงบประมาณ เพื่อแสดงการไหลของงบประมาณจากกระทรวงไปยังหน่วยงานและโครงการต่างๆ โดยมีการกำหนดให้โหนดแทนกระทรวง หน่วยงานงบประมาณ และรายการงบประมาณ เพื่อแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ในระบบงบประมาณได้อย่างชัดเจน เส้นเชื่อมแสดงความสัมพันธ์ของการจัดสรรงบประมาณ เพื่อแสดงการเชื่อมโยงและการไหลของงบประมาณระหว่างหน่วยงาน โดยใช้น้ำหนักเส้นเชื่อมเป็นค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเงิน เพื่อรองรับกรณีการลดงบประมาณหรือค่าติดลบ และกำหนดประเภทของโหนดเป็น 'ministry', 'budgetary_unit', และ 'project' เพื่อให้สามารถแยกแยะและวิเคราะห์บทบาทของแต่ละหน่วยงานได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3. การวิเคราะห์กราฟข้อมูลงบประมาณ:

เริ่มจากการนับจำนวนโหนดและเส้นเชื่อมในกราฟเพื่อให้เห็นขนาดและความซับซ้อนของระบบงบประมาณ จากนั้นคำนวณค่า Degree Centrality เพื่อระบุความสำคัญของหน่วยงานผ่านจำนวนการเชื่อมโยงกับหน่วยอื่นๆ และใช้ค่า In-degree และ Out-degree เพื่อวัดปริมาณงบประมาณที่ได้รับและจัดสรรออกไป ซึ่งวิธีนี้มีประสิทธิภาพกว่าการใช้ Closeness Centrality สำหรับกราฟขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังคำนวณค่า PageRank เพื่อหาแหล่งงบประมาณที่มีอิทธิพลสูง และใช้ค่า Betweenness Centrality เพื่อระบุหน่วยงานที่มีบทบาทเป็นตัวกลางสำคัญ สุดท้ายทำการแบ่งกลุ่มชุมชน (Community Detection) เพื่อวิเคราะห์กลุ่มหน่วยงานที่เชื่อมโยงกันสูง

3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพและการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสม (Optimization and Optimal Budget Allocation)

การจัดสรรงบประมาณภาครัฐอย่างมีประสิทธิภาพถือเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารการเงินภาครัฐที่มีประสิทธิผล ผู้วิจัยได้พัฒนารอบการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่แข็งแกร่ง ซึ่งผสานเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสม (Optimization) และการวิเคราะห์เครือข่าย (Network Analysis) เข้า

3.3.1 การปรับค่าให้เป็นมาตรฐาน (Normalization):

ปรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพต่างๆ ให้เป็นมาตรฐาน เพื่อให้มั่นใจได้ถึงการเปรียบเทียบที่มีความหมายระหว่างหน่วยงานที่มีความหลากหลาย

3.3.2 การกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function Definition):

ประกอบด้วยการสร้างฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่รวบรวมตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ปรับให้เป็นมาตรฐานเพื่อวัดความสำเร็จโดยรวมของการจัดสรรงบประมาณ นอกจากนี้ยังมีการรวมบทปรับสำหรับการเบี่ยงเบนจากงบประมาณเดิมเพื่อรักษาเสถียรภาพทางการเงิน และบทปรับสำหรับการไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการปรับปรุงการจัดสรรงบประมาณเชิงรุก

3.3.3. การกำหนดข้อจำกัด (Constraints Definition):

ข้อจำกัดการเปลี่ยนแปลงงบประมาณ จะจำกัดการเปลี่ยนแปลงงบประมาณของแต่ละหน่วยงานให้อยู่ในช่วง $\pm 20\%$ เพื่อป้องกันการหยุดชะงักและให้มั่นใจว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างค่อยเป็นค่อยไป ส่วนในข้อจำกัดงบประมาณรวมคงที่ กำหนดให้งบประมาณรวมต้องไม่เปลี่ยนแปลงเพื่อให้สอดคล้องกับข้อจำกัดทางการคลังที่เข้มงวด

3.3.4. การหาค่าเหมาะสม (Optimization):

การใช้อัลกอริทึม SLSQP หรือ Sequential Least Squares Programming (SLSQP) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพสูงในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่มีข้อจำกัด เพื่อให้ได้การจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ข้อจำกัดที่กำหนด

3.3.5. การสร้างคำแนะนำและคำอธิบาย (Recommendation and Explanation Generation):

การสร้างคำแนะนำและคำอธิบาย (Recommendation and Explanation Generation) เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยการคำนวณงบประมาณที่แนะนำโดยปรับการจัดสรรตามผลลัพธ์จากการหาค่าเหมาะสม การสร้างคำอธิบายโดยละเอียดที่วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในตัวชี้วัดประสิทธิภาพแต่ละรายการเพื่อให้เข้าใจเหตุผลเบื้องหลัง และการปรับคำอธิบายให้เข้ากับผู้ใช้แต่ละรายโดยสร้างเนื้อหาที่กระชับและเข้าใจง่าย วิธีการที่ครอบคลุมนี้ช่วยให้การวิเคราะห์และให้คำแนะนำในการจัดสรรงบประมาณมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น อิทธิพลของหน่วยงานในเครือข่าย ประสิทธิภาพการดำเนินงาน และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน ซึ่งการจัดทำคำอธิบายที่ละเอียดและปรับให้เหมาะกับผู้ใช้แต่ละรายช่วยให้ทุกฝ่ายเข้าใจเหตุผลเบื้องหลังคำแนะนำได้อย่างลึกซึ้ง นำไปสู่การตัดสินใจที่ดีขึ้นและการวางแผนงบประมาณเชิงกลยุทธ์ในอนาคต

3.4 การประเมินผลแบบจำลองการจัดสรรงบประมาณ (Model Evaluation)

การประเมินผลแบบจำลองการจัดสรรงบประมาณมีความสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของคำแนะนำที่ได้ อย่างไรก็ตาม การประเมินผลในบริบทของการจัดสรรงบประมาณระดับชาตินั้นมีความท้าทายเป็นพิเศษ ไม่เหมือนกับวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ทั่วไป ที่เรามักจะมีชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่คาดการณ์กับผลลัพธ์จริง ในกรณีของการจัดสรรงบประมาณ การทดลองในโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์จริงนั้นเป็นไปได้ เนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม ด้วยเหตุนี้ การประเมินแบบจำลองจึงต้องอาศัยวิธีการทางอ้อม เช่น การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบความทนทาน (Robustness Test) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการทำความเข้าใจพฤติกรรมของแบบจำลองและประเมินความน่าเชื่อถือของคำแนะนำที่ได้

รายละเอียดของวิธีการประเมินผลมีดังนี้:

3.4.1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวเป็นกระบวนการที่ช่วยศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรนำเข้าต่อผลลัพธ์ของแบบจำลอง โดยเริ่มจากการกำหนดตัวแปรสำคัญอย่าง PageRank, Efficiency ratio, degree centrality และ influence efficiency จากนั้นสร้างชุดข้อมูลที่มีการแปรผันโดยปรับค่าตัวแปรในช่วง $\pm 20\%$ จำนวน 10 ค่า เพื่อนำไปคำนวณผลกระทบต่องบประมาณและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ผ่านค่าสหสัมพันธ์แบบ Spearman สุดท้ายจึงสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแปรผันของตัวแปรและงบประมาณที่แนะนำ กระบวนการนี้ช่วยให้เข้าใจอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อการจัดสรรงบประมาณได้อย่างชัดเจน และสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจและปรับปรุงแบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4.2 การทดสอบความทนทาน (Robustness Test)

การทดสอบความทนทานเป็นกระบวนการประเมินความเสถียรของแบบจำลองผ่านการทำงานซ้ำ 10 ครั้ง และวิเคราะห์ผลลัพธ์ด้วยการคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation - CV) ซึ่งนำไปสู่การจัดหมวดหมู่ความเสถียร คำนวณการเปลี่ยนแปลงจากงบประมาณเดิม สรุปผลการทดสอบ และระบุหน่วยงานที่ไม่เสถียร 20 อันดับแรก กระบวนการนี้ช่วยให้สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของแบบจำลองและระบุหน่วยงานที่อาจต้องการการพิจารณาเพิ่มเติม

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้คำนวณตัวชี้วัดประสิทธิภาพเพิ่มเติม ได้แก่:

- การเปลี่ยนแปลงของงบประมาณรวม (Change in Total Budget)
- ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงงบประมาณแบบสัมบูรณ์ (Mean Absolute Budget Change)
- อัตราการใช้งบประมาณ (Budget Utilization Rate)

การประเมินผลด้วยวิธีการเหล่านี้ช่วยให้เข้าใจความน่าเชื่อถือและข้อจำกัดของแบบจำลอง ทำให้สามารถปรับปรุงแบบจำลองและใช้ผลลัพธ์อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนและความอ่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้อมูลนำเข้า ผลการประเมินนี้ควรนำไปพิจารณาร่วมกับความเชี่ยวชาญของผู้กำหนดนโยบายและบริบทอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรงบประมาณ

3.5 การสร้างและนำเสนอแอปพลิเคชันแนะนำงบประมาณ

การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อแนะนำงบประมาณเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้การวิเคราะห์และการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรงบประมาณมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องมือการพัฒนาเว็บ Streamlit ในการสร้างแอปพลิเคชันที่สามารถแสดงข้อมูล โดยแอปพลิเคชันนี้ได้เผยแพร่ผ่านแพลตฟอร์มของ Streamlit ผ่าน GitHub เพื่อให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าถึงได้

3.5.1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญสามส่วน เริ่มจากการตั้งค่าแอปพลิเคชันที่กำหนดเลย์เอาต์แบบ "wide" เพื่อแสดงผลข้อมูลที่มีรายละเอียด ใช้เครื่องมืออย่าง Pandas และ Plotly สำหรับการประมวลผลและแสดงผลข้อมูล พร้อมทั้งรองรับการอัปโหลดไฟล์ CSV ของข้อมูลงบประมาณ จากนั้นมีการสร้างคำแนะนำงบประมาณผ่านอัลกอริทึมที่พิจารณาจากข้อมูลและเป้าหมายที่ได้รับ และสุดท้ายคือการปรับค่าการจัดสรรงบประมาณที่แสดงผลในรูปแบบตารางที่ผู้ใช้สามารถปรับแต่งและอัปเดตคำแนะนำได้ทันที ระบบนี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และปรับแต่งการจัดสรรงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นตามความต้องการ

3.5.2. การแสดงผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

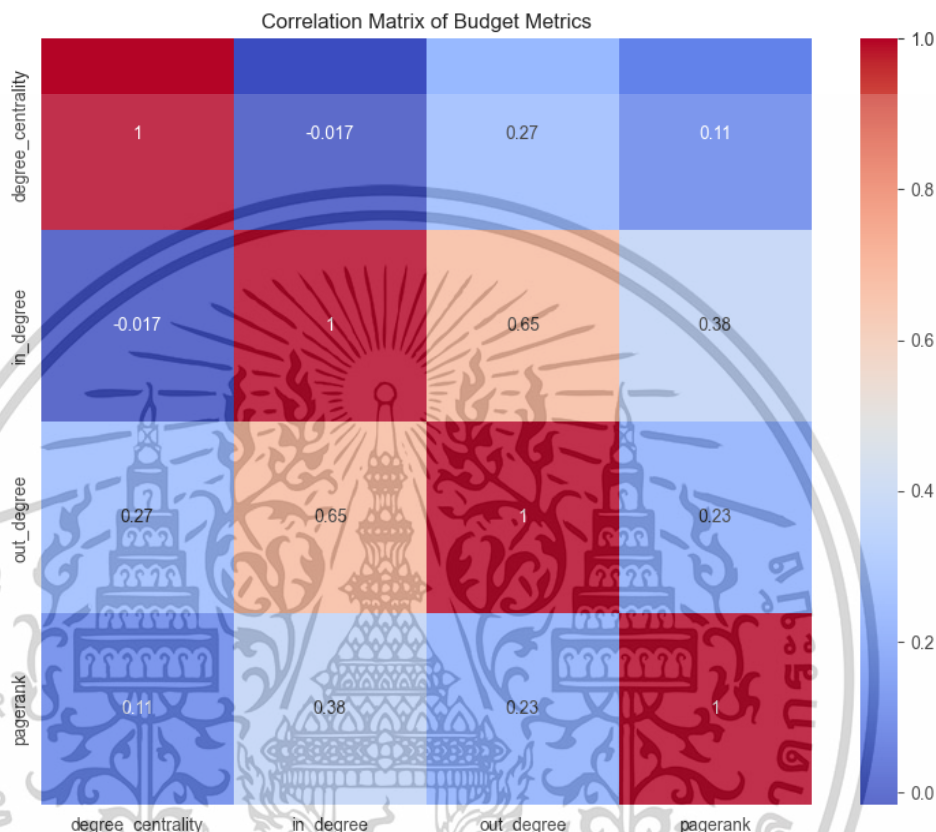
การแสดงผลและการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ การแสดงตารางคำแนะนำเบื้องต้นที่แสดงภาพรวมข้อมูลหน่วยงาน งบประมาณเดิม งบประมาณที่แนะนำ และการเปลี่ยนแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ และการแสดงผลกราฟิกด้วย Plotly ที่สร้างกราฟแท่ง กราฟวงกลม และฮีทแมพ เพื่อแสดงการกระจายและเปรียบเทียบงบประมาณระหว่างหน่วยงาน

3.5.3. การทดสอบและนำเสนอแอปพลิเคชัน

การทดสอบและนำเสนอแอปพลิเคชันประกอบด้วย การทดสอบฟังก์ชันการทำงานที่ตรวจสอบประสิทธิภาพและความถูกต้องในการจัดการข้อมูลที่ใช้อัปโหลด และการนำเสนอแอปพลิเคชันผ่านแพลตฟอร์ม Streamlit เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถทดลองใช้และให้คำติชมสำหรับการพัฒนาในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเทคนิคทฤษฎีกราฟในงบประมาณ (Correlation Analysis of Graph Theory Techniques in Budgeting)



รูปที่ 4.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ของเทคนิคทฤษฎีกราฟในงบประมาณ

การสำรวจความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างเมตริกต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์งบประมาณของเครือข่ายกราฟ ได้เผยให้เห็นถึงความเชื่อมโยงที่น่าสนใจและมีความหมายเชิงนโยบาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้:

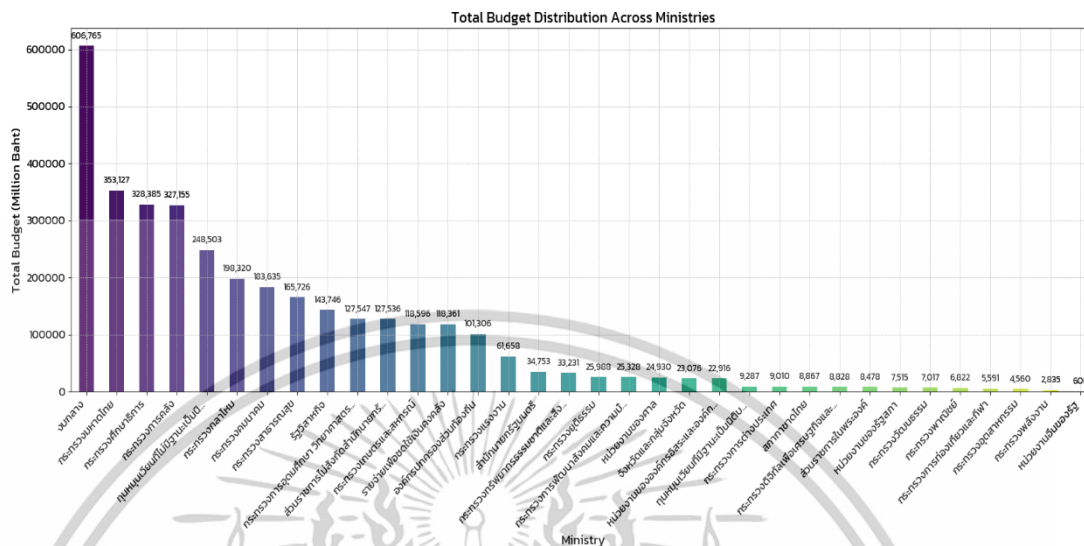
- **Degree Centrality และ In-Degree:** ค่าสหสัมพันธ์ที่ใกล้ศูนย์ (-0.017) เน้นย้ำถึงความเป็นอิสระระหว่างความเชื่อมโยงโดยรวมของโหนด (Degree Centrality) และจำนวนการเชื่อมต่อเข้า (In-Degree) นี่แสดงให้เห็นว่าหน่วยงานที่มีความเชื่อมโยงสูงสุดในเครือข่ายไม่ได้จำเป็นต้องเป็นหน่วยงานที่ได้รับงบประมาณมากที่สุดเสมอไป ซึ่งอาจสะท้อนถึงความซับซ้อนของกระบวนการจัดสรรงบประมาณที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเชื่อมโยงเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Degree Centrality และ Out-Degree:** ค่าสหสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งในเชิงบวกที่ระดับ 0.65 ระหว่าง In-Degree และ Out-Degree เป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนถึงความสัมพันธ์เชิงบวกและสอดคล้องกันระหว่างการรับงบประมาณและการกระจายงบประมาณในหน่วยงานต่าง ๆ ในเครือข่ายงบประมาณ หน่วยงานที่มีการรับงบประมาณในปริมาณมากมักจะมีบทบาทสำคัญในการกระจายงบประมาณไปยังหน่วยงานอื่น ๆ ซึ่งแสดงถึงลักษณะการกระจายทรัพยากรจากหน่วยงานกลางไปยังหน่วยงานย่อยได้อย่างชัดเจน
- **Degree Centrality และ PageRank:** ค่าสหสัมพันธ์บวกเล็กน้อย (0.11) ระหว่าง Degree Centrality และ PageRank แสดงให้เห็นว่าแม้จะมีแนวโน้มที่หน่วยงานที่มีความเชื่อมโยงสูงจะมีอิทธิพลต่อเครือข่ายงบประมาณมากขึ้น แต่ความสัมพันธ์นี้ยังไม่เด่นชัดนัก ซึ่งอาจเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ประสิทธิภาพการดำเนินงาน หรือความสำคัญเชิงนโยบายของหน่วยงานนั้นๆ
- **In-Degree และ Out-Degree:** ค่าสหสัมพันธ์บวกที่แข็งแกร่ง (0.65) ระหว่าง In-Degree และ Out-Degree บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการรับงบประมาณและการกระจายงบประมาณ หน่วยงานที่ได้รับงบประมาณมากมักจะมีบทบาทในการกระจายงบประมาณไปยังหน่วยงานอื่นๆ ด้วย ซึ่งสะท้อนถึงลักษณะของเครือข่ายงบประมาณที่มีการกระจายทรัพยากรจากหน่วยงานกลางไปยังหน่วยงานย่อย
- **In-Degree และ PageRank:** ค่าสหสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (0.38) ระหว่าง In-Degree และ PageRank ชี้ให้เห็นว่าหน่วยงานที่ได้รับงบประมาณมากมักจะมีผลหรืออิทธิพลต่อเครือข่ายงบประมาณมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าสหสัมพันธ์ที่ไม่สูงมากนักบ่งชี้ว่ายังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อ PageRank นอกเหนือจากปริมาณงบประมาณที่ได้รับ
- **Out-Degree และ PageRank:** ค่าสหสัมพันธ์ที่ค่อนข้างอ่อนแอ (0.23) ระหว่าง Out-Degree และ PageRank บ่งชี้ว่าการกระจายงบประมาณไปยังหน่วยงานอื่นๆ มีความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อยกับความสำคัญหรืออิทธิพลของหน่วยงานนั้นๆ ในเครือข่าย ซึ่งอาจเน้นย้ำถึงความสำคัญของปัจจัยอื่นๆ ในการกำหนดความสำคัญของหน่วยงาน เช่น ประสิทธิภาพการดำเนินงาน หรือความสำคัญเชิงนโยบายดำเนินงาน หรือความสำคัญเชิงนโยบายดำเนินงาน หรือความสำคัญเชิงนโยบายดำเนินงาน หรือความสำคัญเชิงนโยบายดำเนินงาน หรือความสำคัญเชิงนโยบายดำเนินงาน หรือความสำคัญเชิงนโยบายดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ภาพรวมการกระจายงบประมาณรวม (Overview of Total Budget Distribution)



รูปที่ 4.3 แผนภูมิแท่งที่แสดงให้เห็นถึงการกระจายงบประมาณรวมในหน่วยล้านบาท

ข้อสังเกตที่สำคัญ:

ผู้รับงบประมาณสูงสุด:

- **งบกลาง:** ได้รับการจัดสรรสูงสุดที่มากกว่า 600,000 ล้านบาท ซึ่งบ่งบอกถึงบทบาทสำคัญในการจัดหาเงินทุนสำหรับความต้องการที่หลากหลายของรัฐบาลที่ไม่ได้จำกัดเฉพาะกระทรวงใดกระทรวงหนึ่ง
- **กระทรวงมหาดไทย:** เป็นอันดับสองด้วยงบประมาณประมาณ 353,127 ล้านบาท สะท้อนให้เห็นถึงภารกิจที่กว้างขวางซึ่งรวมถึงการบริหารท้องถิ่นและความมั่นคงภายใน
- **กระทรวงศึกษาธิการ และ กระทรวงการคลัง:** ทั้งสองได้รับงบประมาณใกล้เคียงกันที่ประมาณ 328,000 และ 327,000 ล้านบาทตามลำดับ ซึ่งเน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญในการศึกษาและนโยบายการคลัง

งบประมาณต่ำ:

- กระทรวงและหน่วยงานต่างๆ เช่น กระทรวงแรงงาน, สำนักนายกรัฐมนตรี, และ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้รับงบประมาณที่น้อยกว่า การจัดสรร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้ อาจสะท้อนถึงขอบเขตการดำเนินงานที่เฉพาะเจาะจงหรือเน้นเฉพาะด้านมากกว่าเมื่อเทียบกับกระทรวงอื่นๆ ที่มีภาระความรับผิดชอบที่กว้างกว่า

4.2 ผลการแนะนำงบประมาณจากกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ

ในการวิเคราะห์นี้ อัตราประสิทธิภาพถูกใช้เป็นตัวชี้วัดเพื่อประเมินการใช้งบประมาณของหน่วยงานต่าง ๆ โดยคำนึงถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งบประมาณ อัตราประสิทธิภาพถูกคำนวณโดยการนำผลลัพธ์หรือผลสัมฤทธิ์ของหน่วยงานมาเปรียบเทียบกับทรัพยากรหรืองบประมาณที่ได้รับ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่มีอยู่ การคำนวณอัตราประสิทธิภาพในที่นี้อาจไม่ได้ครอบคลุมปัจจัยทั้งหมดที่ส่งผลต่อการดำเนินงานของหน่วยงานต่าง ๆ ดังนั้น ผลการวิเคราะห์นี้จึงเป็นการให้ภาพรวมเบื้องต้นเท่านั้น และไม่ควรถูกใช้เพื่อการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยงานอย่างเด็ดขาด

4.2.1 หน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงและมีโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพ (High Influence Units with Potential for Efficiency Improvement)

หน่วยงานประเภทนี้มีบทบาทสำคัญในการจัดสรรงบประมาณ (เพจแรงก์สูง) แต่มีโอกาสนในการพัฒนาการใช้งบประมาณให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การสนับสนุนและปรับปรุงกระบวนการทำงานอาจช่วยให้หน่วยงานเหล่านี้ใช้ทรัพยากรได้อย่างเต็มที่

ตารางที่ 4.1 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงและมีโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	เพจแรงก์	อัตราประสิทธิภาพ
1	สำนักงานประกันสังคม	0.000073	1.050968
2	สำนักงานบริหารหนี้สาธารณะ	0.000073	1.427767
3	สถาบันพระปกเกล้า	0.000073	3.808149
4	กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ	0.000072	3.542875
5	กรมกิจการผู้สูงอายุ	0.000072	2.555609
6	สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ	0.000072	9.879774
7	สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย	0.000067	1.833253
8	สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน	0.000065	1.778198
9	ส่วนราชการในพระองค์	0.000064	2
10	รายการเพื่อชดใช้เงินคงคลัง	0.000064	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 หน่วยงานที่มีอิทธิพลเชิงงบประมาณน้อยแต่มีประสิทธิภาพสูง (Units with Lower Budget Influence but High Efficiency)

หน่วยงานเหล่านี้มีบทบาทในการจัดสรรงบประมาณโดยรวมไม่มากนัก (เพจแรงก์ต่ำ) แต่สามารถใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการสร้างผลลัพธ์ที่ดีภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

ตารางที่ 4.2 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีอิทธิพลเชิงงบประมาณน้อยแต่มีประสิทธิภาพสูง

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	เพจแรงก์	อัตราประสิทธิภาพ
1	สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	0.000041	0,115.560522
2	คณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	0.000046	6,644.39
3	กรุงเทพมหานคร	0.000043	3,799.90
4	มหาวิทยาลัยทักษิณ	0.000041	1,918.80
5	สำนักงบประมาณ	0.000047	745.706733
6	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	0.000047	712.101089
7	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	0.000046	619.580535
8	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	0.000043	366.072653
9	สถาบันบริหารจัดการธนาคารที่ดิน (องค์การมหาชน)	0.000043	327.097026
10	จังหวัดสงขลา	0.000042	288.60978

4.2.3 หน่วยงานที่มีโอกาสได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติม (Units with Potential for Increased Budget Support)

หน่วยงานเหล่านี้มีระดับชั้นองศาเข้า (in-degree) ค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจบ่งชี้ถึงการได้รับงบประมาณน้อยกว่าหน่วยงานอื่น ๆ การพิจารณาเพิ่มการสนับสนุนงบประมาณอาจช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมสร้างศักยภาพในการดำเนินงานและบรรลุเป้าหมายของหน่วยงานเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 4.3 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีโอกาสได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติม

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	องศาเข้า	เพจแรงก์
1	กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ	306,200	0.00004
2	สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน)	357,300	0.00004
3	สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม	360,000	0.00004
4	กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ	400,000	0.00004
5	กรมหม่อนไหม	435,800	0.00004
6	สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ	498,700	0.00004
7	กรมป่าไม้	500,000	0.00004
8	สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง	511,700	0.00004
9	สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ	583,200	0.00004
10	สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร	577,400	0.00004

4.2.4. หน่วยงานที่มีการใช้จ่ายสูง (High-spending Units)

หน่วยงานที่มีระดับองศาออก (out-degree) สูงมากมีการจัดสรรงบประมาณจำนวนมาก ควรมีการตรวจสอบหน่วยงานเหล่านี้เพื่อหาโอกาสในการประหยัดงบประมาณ หรือการจัดสรรงบประมาณใหม่

ตารางที่ 4.4 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีการใช้จ่ายสูง

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	องศาออก	เพจแรงก์
1	สำนักงานบริหารหนี้สาธารณะ	29947790000	0.000073

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2	รายจ่ายเพื่อค่าใช้จ่ายเงินคงคลัง	23672220000	0.000064
3	สำนักงานประกันสังคม	5640010000	0.000073
4	กองทัพเรือ	3904395000	0.000064
5	สำนักงานศาลยุติธรรม	1639507000	0.000066
6	ส่วนราชการในพระองค์	1695677000	0.000064
7	สำนักงานอัยการสูงสุด	885033800	0.000069
8	สำนักงานปลัดกระทรวงการ ต่างประเทศ	821891000	0.000073
9	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย	574302200	0.000063
10	สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ	405726300	0.000072

4.2.5. หน่วยงานที่มีการไหลเวียนงบประมาณสมดุล (Units with Balanced Budget Flow)

หน่วยงานที่มีทั้งองศาขาเข้า (in-degree) และขาออก (out-degree) ใกล้เคียงกันมีการจัดการงบประมาณที่สมดุล ไม่กักตุนหรือใช้จ่ายเกินตัว ความสมดุลนี้เป็นสัญญาณของการจัดการงบประมาณที่มีประสิทธิภาพ และสามารถเป็นแบบอย่างให้หน่วยงานอื่นๆ

ตารางที่ 4.5 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีการไหลเวียนงบประมาณสมดุล

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	องศาขาเข้า	องศาขาออก	เพจแรงก์
1	สำนักงานบริหารหนี้สาธารณะ	20975260000	29947790000	0.000073
2	สำนักงานหลักประกันสุขภาพ แห่งชาติ สำหรับกองทุน หลักประกันสุขภาพ...	15273820000	15273820000	0.00006
3	รายจ่ายเพื่อค่าใช้จ่ายเงินคงคลัง	11836110000	23672220000	0.000064
4	สำนักงานประกันสังคม	5366493000	5640010000	0.000073
5	ส่วนราชการในพระองค์	847838300	1695677000	0.000064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6	สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน	95000000	168928800	0.000065
7	กรมกิจการผู้สูงอายุ	44000000	112446800	0.000072
8	สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย	35000000	64163840	0.000067
9	กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ	8024240	28428880	0.000072
10	สถาบันพระปกเกล้า	6460310	24601820	0.000073

4.2.6. หน่วยงานที่มีความแปรปรวนในการใช้งบประมาณ (Units with High Variability in Budget Utilization)

หน่วยงานที่มีความแปรปรวนในการใช้งบประมาณอาจมีผลการดำเนินงานที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอก การทำความเข้าใจปัจจัยเหล่านี้และเสริมสร้างการบริหารจัดการอาจช่วยให้หน่วยงานเหล่านี้สามารถใช้งบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 4.6 4 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีความแปรปรวนในการใช้งบประมาณ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	อัตราประสิทธิภาพ	เพจแรงก์
1	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	1018680	0.00004
2	สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม	183292.5	0.00004
3	กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น	158207.8	0.00004
4	สำนักงานตำรวจแห่งชาติ	156567.3	0.00004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7. หน่วยงานที่มีปัญหาคอขวดในการไหลเวียนงบประมาณ (Units with with budget flow bottlenecks)

หน่วยงานที่มีองศาขาเข้า (in-degree) สูง แต่องศาขาออก (out-degree) ต่ำ เป็นหน่วยงานที่ได้รับงบประมาณจำนวนมาก แต่ไม่ได้จัดสรรหรือใช้จ่ายงบประมาณเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจทำให้เกิดความล่าช้าหรือการใช้งบประมาณไม่เต็มที่ในเครือข่ายการเงินของภาครัฐ

ตารางที่ 4.7 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีปัญหาคอขวดในการไหลเวียนงบประมาณ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	องศาขาเข้า	องศาขาออก	เพจแรงก์
1	องค์การบริหารส่วนจังหวัด สุโขทัย	34,200,000.00	137,415,900.00	0.00004
2	องค์การบริหารส่วนจังหวัด เพชรบุรี	39,190,000.00	115,266,100.00	0.00004
3	องค์การบริหารส่วนจังหวัด สุรินทร์	43,628,000.00	126,748,000.00	0.00004
4	ธนาคารเพื่อการส่งออกและ นำเข้าแห่งประเทศไทย	64,818,500.00	108,949,200.00	0.00004
5	สถาบันส่งเสริมศิลปหัตถกรรม ไทย (องค์การมหาชน)	69,653,000.00	107,631,600.00	0.000054
6	การยางแห่งประเทศไทย	95,655,200.00	103,349,300.00	0.00004
7	สำนักงานรับรองมาตรฐานและ ประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน)	34,617,900.00	78,728,400.00	0.00004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร	25,506,700.00	71,201,400.00	0.00004
9	กองทุนจัดรูปที่ดินเพื่อพัฒนาพื้นที่	80,000,000.00	80,000,000.00	0.00004
10	องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรปราการ	47,331,800.00	48,071,100.00	0.00004

4.2.8. หน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงเมื่อเทียบกับขนาดงบประมาณ (Units with high influence relative to budget size)

หน่วยงานที่มีเพจแรงก์สูงเมื่อเทียบกับงบประมาณ การวิเคราะห์ข้อมูลเผยให้เห็นถึงกลุ่มหน่วยงานที่น่าสนใจ ซึ่งแม้จะได้รับการจัดสรรงบประมาณในระดับที่จำกัด แต่มีเพจแรงก์สูงสามารถสร้างผลกระทบเชิงนโยบายที่มีนัยสำคัญได้อย่างน่าประทับใจ นี่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.8 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงเมื่อเทียบกับขนาดงบประมาณ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	องศาเข้า	องศาออก	เพจแรงก์
1	ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร	25,506,700.00	71,201,400.00	0.000046
2	สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข	11,604,700.00	46,799,100.00	0.000042
3	โรงพยาบาลบ้านแพ้ว (องค์การมหาชน)	8,891,500.00	8,891,500.00	0.000041
4	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)	13,500,000.00	75,668,600.00	0.000041
5	สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน)	13,000,000.00	45,052,700.00	0.000041
6	หอภาพยนตร์ (องค์การมหาชน)	15,000,000.00	38,657,100.00	0.000041

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7	ศูนย์คุณธรรม (องค์การมหาชน)	2,766,000.00	43,690,600.00	0.00004
8	องค์การบริหารส่วนจังหวัด สมุทรปราการ	47,331,800.00	48,071,100.00	0.00004
9	สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)	4,413,000.00	43,952,300.00	0.00004
10	สำนักงานสภานโยบายการ อุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมแห่งชาติ	2,677,100.00	89,995,500.00	0.00004

4.2.9 หน่วยงานขนาดเล็กที่มีโอกาสในการเพิ่มผลกระทบ (Small Units with Potential to Increase Impact)

การวิเคราะห์ข้อมูลเผยให้เห็นถึงกลุ่มหน่วยงานที่มีทรัพยากรและอิทธิพลจำกัด ซึ่งอาจมี
โอกาสในการเพิ่มบทบาทและผลกระทบต่อเป้าหมายเชิงนโยบายในภาพรวม การสนับสนุนและ
การประสานงานกับหน่วยงานอื่น ๆ อาจช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งและประสิทธิภาพในการ
ดำเนินงานของหน่วยงานเหล่านี้

ตารางที่ 4.9 10 อันดับแรกของหน่วยงานขนาดเล็กที่มีโอกาสในการเพิ่มผลกระทบ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	องศาเข้า	เพจ แรงก์
1	สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม แห่งชาติ	280,600.00	0.00004
2	มหาวิทยาลัยทักษิณ	595,600.00	0.00004
3	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	613,400.00	0.00004
4	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	659,300.00	0.00004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	สถาบันอนุญาโตตุลาการ	684,800.00	0.00004
6	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	707,300.00	0.00004
7	จังหวัดแพร่	1,017,100.00	0.00004
8	จังหวัดนราธิวาส	1,090,000.00	0.00004
9	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	1,099,800.00	0.00004
10	สถาบันบริหารจัดการธนาคารที่ดิน (องค์การมหาชน)	1,664,500.00	0.00004

4.2.10. หน่วยงานที่มีการเชื่อมต่อน้อยและมีโอกาสในการเสริมสร้างความร่วมมือ (Units with Low Connectivity and Opportunities for Enhanced Collaboration)

หน่วยงานที่มีศูนย์กลางของดีกรีต่ำ (low degree centrality) อาจมีการเชื่อมต่อภายในเครือข่ายน้อย ซึ่งสามารถจำกัดการเข้าถึงทรัพยากรและข้อมูล การส่งเสริมความร่วมมือและการสร้างความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งกับหน่วยงานอื่น ๆ อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและการใช้ทรัพยากรร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.10 10 อันดับแรกของหน่วยงานที่มีการเชื่อมต่อน้อยและมีโอกาสในการเสริมสร้างความร่วมมือ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	องศากลาง	เพจแรงก์
1	สถาบันส่งเสริมศิลปหัตถกรรมไทย (องค์การมหาชน)	0.000163	0.000054
2	ส่วนราชการในพระองค์	0.000123	0.000064
3	รายจ่ายเพื่อชดใช้เงินคงคลัง	0.000123	0.000064
4	องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ	0.000123	0.000052
5	สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สำหรับกองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ	0.000082	0.00006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6	สำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง สำหรับกองทุนประชา รัฐสวัสดิการเพื่อเศรษฐกิจฐานรากและสังคม	0.000082	0.000046
7	กองทุนฟื้นฟูและพัฒนาเกษตรกร	0.000082	0.000043
8	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม	0.000082	0.000042
9	กองทุนการออมแห่งชาติ	0.000082	0.000042
10	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน สำหรับ กองทุนเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ	0.000082	0.000042

4.3 การทดสอบความทนทานในการเพิ่มประสิทธิภาพ (Robustness Testing in Optimization)

การทดสอบความทนทานในการเพิ่มประสิทธิภาพ (Robustness Testing in Optimization) เป็นการประเมินความไวของวิธีแก้ปัญหาต่อความแปรปรวนในข้อมูลนำเข้าหรือสมมติฐานของแบบจำลอง (model assumptions) กระบวนการนี้มีความสำคัญในการรับรองว่าวิธีแก้ปัญหายังคงมีความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพภายใต้สภาวะที่แตกต่างกันหรือการรบกวนเล็กน้อย โดยการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การใช้เมล็ดพันธุ์สุ่ม (random seeds) ที่แตกต่างกันหรือข้อมูลนำเข้าที่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

การอธิบายและการแปลผลลัพธ์ (Explanation and Interpretation of Results)

ตารางที่ 4.11 ผลทดสอบความทนทานในการเพิ่มประสิทธิภาพ

ระดับความเสถียร	จำนวนหน่วยงาน	เปอร์เซ็นต์
เสถียรมาก (CV อยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.01)	0	0.0%
เสถียรปานกลาง (CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.05)	524	68.9%
เสถียร (CV อยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.1)	237	31.1%
ไม่เสถียร (มากกว่า 0.1)	0	0.0%

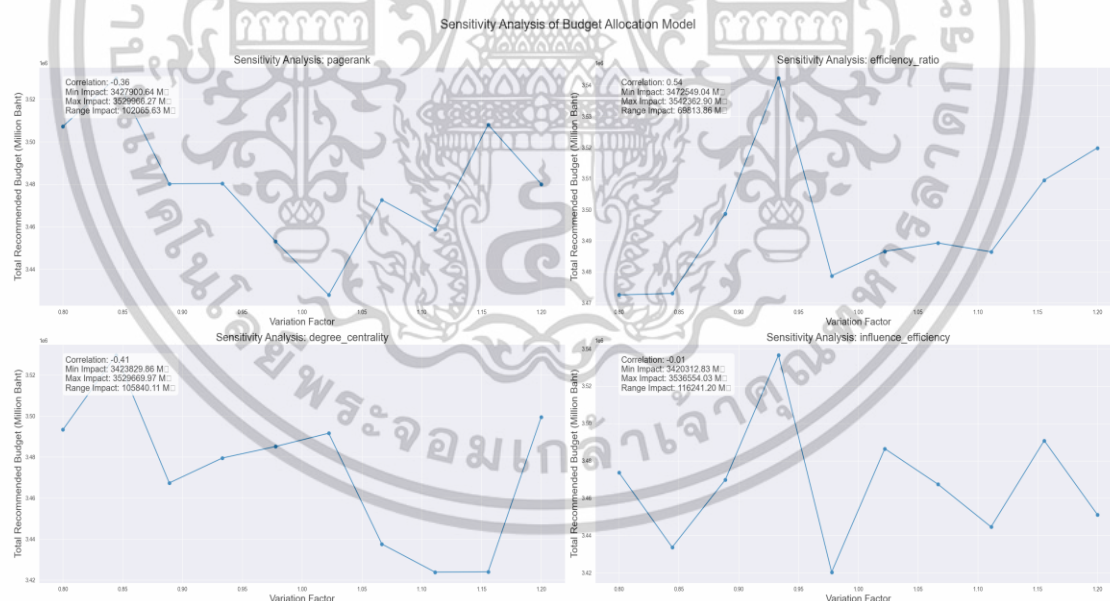
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบนี้ดำเนินการกับหน่วยงานงบประมาณจำนวน 761 หน่วยงาน ซึ่งเผยให้เห็นค่าเฉลี่ยของ CV ที่ 5.38% บ่งบอกถึงความแปรปรวนในระดับปานกลางในแต่ละการทดลอง การกระจายตัวของความเสถียรจัดประเภทหน่วยงานเป็น 67.9% ว่ามีความเสถียรปานกลาง และ 32.1% ว่ามีความเสถียร โดยไม่มีหน่วยงานใดที่ถูกจัดว่ามีความเสถียรมากหรือไม่เสถียร ซึ่งแสดงว่าแม้ว่าแบบจำลองจะให้คำแนะนำที่สม่ำเสมอ แต่ยังมีโอกาสในการปรับปรุงความแม่นยำและความเสถียรได้อีกในอนาคต

4.4 การวิเคราะห์ความไวในกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ (Sensitivity Analysis in Optimization)

การวิเคราะห์ความไวสามารถระบุได้ว่าคุณลักษณะใดมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ของแบบจำลองมากที่สุด ซึ่งช่วยให้มั่นใจในความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของแบบจำลองภายใต้สภาวะต่างๆ และให้ข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าเกี่ยวกับเสถียรภาพของแบบจำลอง (model stability)

อธิบายและการแปลผลผลลัพธ์ (Explanation and Interpretation of Results)



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความไวในกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ

จากการวิเคราะห์ความไวของโมเดลการจัดสรรงบประมาณ พบว่าคุณลักษณะ efficiency ratio มีสหสัมพันธ์เชิงบวกที่ 0.54 ซึ่งบ่งบอกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราประสิทธิภาพจะเพิ่มงบประมาณที่แนะนำ โดยมีผลกระทบในช่วง 69,813.86 ล้านบาท ในทางกลับกัน influence efficiency แม้มีสหสัมพันธ์เชิงลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อ่อนแอ (-0.01) แต่มีช่วงผลกระทบที่กว้างที่สุดถึง 116,241.20 ล้านบาท แสดงถึงความซับซ้อนในการมีอิทธิพลต่อการจัดสรรงบประมาณ สำหรับ PageRank และ degree centrality แม้จะมีสหสัมพันธ์เชิงลบที่ -0.36 และ -0.41 ตามลำดับ แต่ทั้งสองมีช่วงผลกระทบที่สำคัญซึ่งแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะเหล่านี้สามารถส่งผลกระทบต่อการจัดสรรงบประมาณได้อย่างมีนัยสำคัญ

4.5 การใช้ระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ (National Budget Recommendation System Utilization)

4.5.1 อัปโหลดไฟล์ข้อมูล

ผู้ใช้อัปโหลดไฟล์ CSV สองไฟล์ ได้แก่ ไฟล์วิเคราะห์ที่มีข้อมูลของเครือข่ายกราฟจากขั้นตอนก่อนหน้าและไฟล์งบประมาณเดิม เพื่อนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบ หลังจากนั้นระบบจะประมวลผลและแสดงข้อมูลการแนะนำงบประมาณเบื้องต้นตามข้อมูลที่อัปโหลดมา

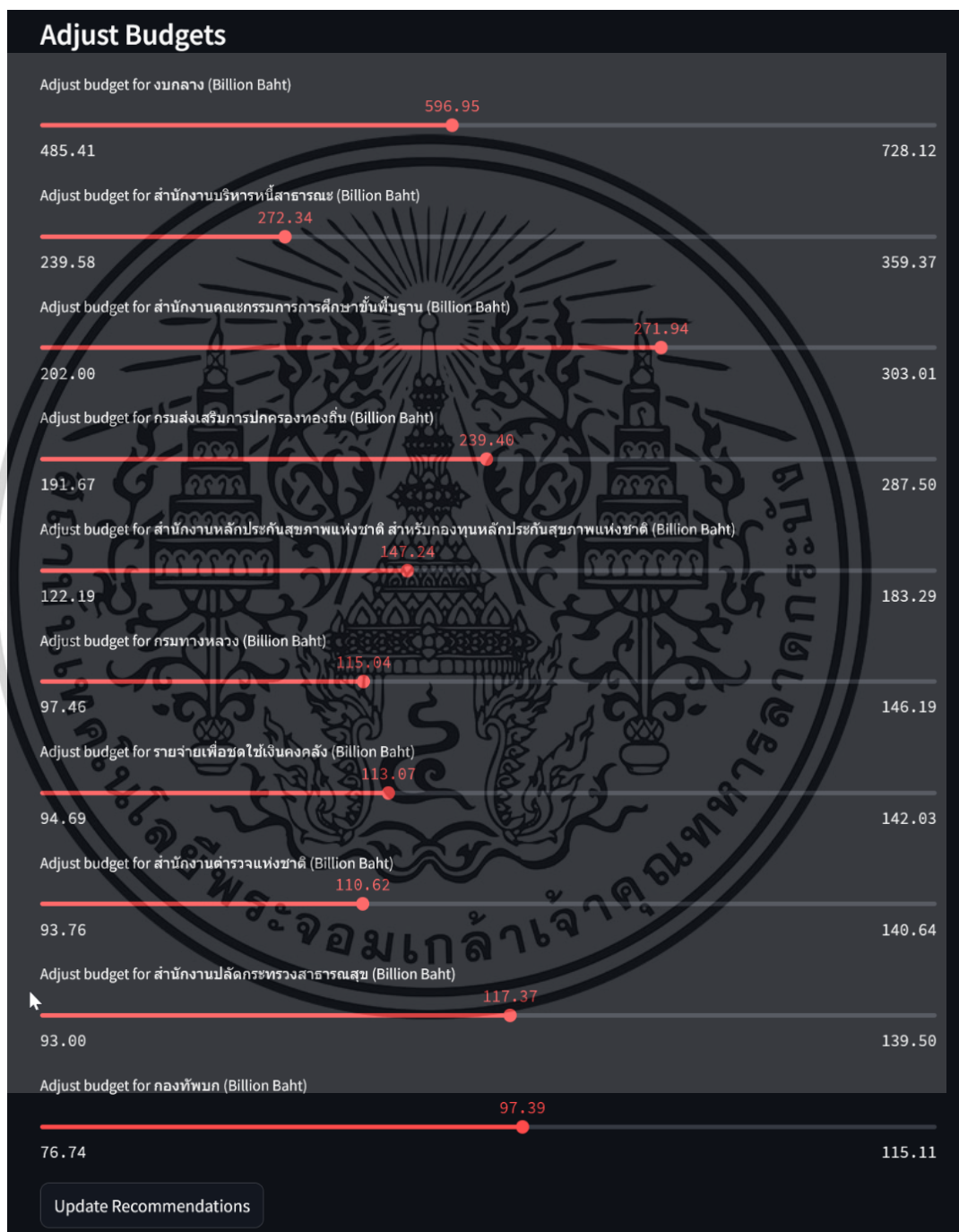
name	AMOUNT	recommended_budget	percent_change
0 งบกลาง	606.76B	597.90B	-1.46%
1 สำนักงานบริหารหนี้สาธารณะ	299.48B	312.52B	4.35%
2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษานับพันฐาน	252.51B	268.34B	6.27%
3 กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น	239.59B	225.51B	-5.88%
4 สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สำหรับกองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ	152.74B	144.03B	-5.70%
5 กรมทางหลวง	121.83B	120.95B	-0.72%
6 รายจ่ายเพื่อชดเชยเงินคงคลัง	118.36B	107.92B	-8.82%
7 สำนักงานตำรวจแห่งชาติ	117.20B	128.93B	10.01%
8 สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข	116.25B	113.03B	-2.77%
9 กองทัพบก	95.92B	104.97B	9.43%

รูปที่ 4.5 หน้าหลักของระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ปรับแต่งงบประมาณ

ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนงบประมาณแนะนำได้โดยการใช้สไลเดอร์ในส่วนของ "Adjust Budgets" เพื่อทำการเพิ่มหรือลดจำนวนเงินตามความเหมาะสม.

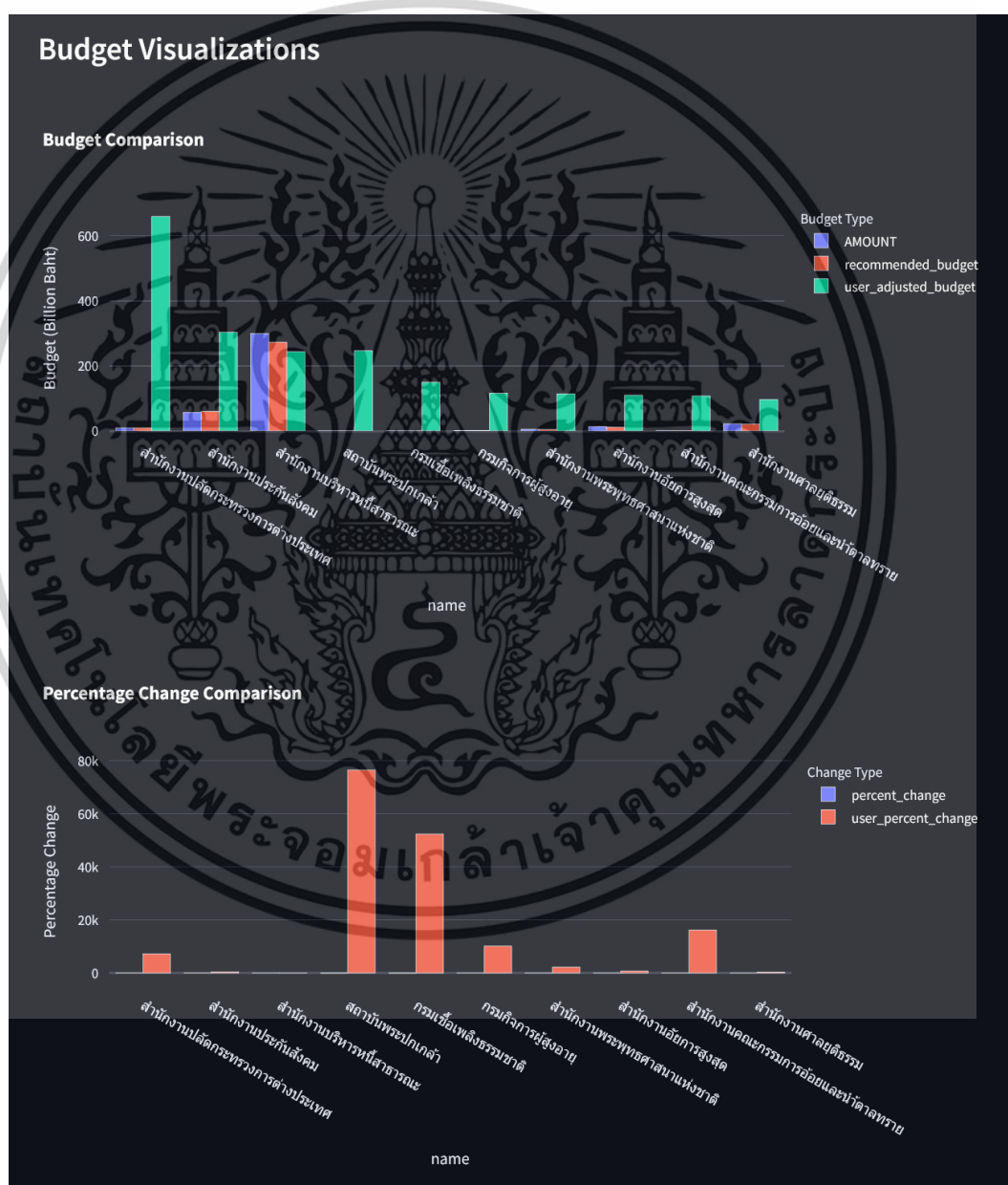


รูปที่ 4.6 หน้าปรับแต่งงบประมาณของระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 แสดงข้อมูลผลลัพธ์และกราฟเปรียบเทียบ:

หลังจากการปรับเปลี่ยน, ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม "Update Recommendations" เพื่อระบบจะคำนวณและอัปเดตการแนะนำงบประมาณใหม่ โดยพิจารณาจากการปรับเปลี่ยนที่ผู้ใช้ได้ทำไว้ และ จะแสดงผลการแนะนำงบประมาณใหม่พร้อมเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมและงบประมาณที่ได้ปรับเปลี่ยนไป รวมถึงแสดงกราฟเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ



รูปที่ 4.7 หน้าแสดงข้อมูลผลลัพธ์และกราฟเปรียบเทียบของระบบแนะนำงบประมาณแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ตัวอย่างงบประมาณที่ได้แนะนำหลังการปรับประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่าง 20 หน่วยงานงบประมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงสุดหลังได้รับการปรับงบประมาณ

หน่วยงานงบประมาณ	งบประมาณ ตั้งต้น (ลบ.)	งบประมาณ แนะนำ (ลบ.)	การเปลี่ยนแปลง (%)
เทศบาลเมืองปรกฟ้า จังหวัดชลบุรี	79.07	87.26	10.36
เทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ	142.55	157.19	10.27
สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์	846.71	933.51	10.25
เทศบาลเมืองอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ	139.45	153.73	10.24
องค์การบริหารส่วนจังหวัดอุทัยธานี	171.49	189.03	10.23
สำนักงานศาลปกครอง	2862.07	3151.79	10.12
เทศบาลเมืองบางศรีเมือง จังหวัดนนทบุรี	94.06	103.58	10.12
เทศบาลเมืองท่าช้าง จังหวัดจันทบุรี	69.93	76.97	10.07
กรมธุรกิจพลังงาน	254.85	280.39	10.02
เทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต	552.68	607.95	10.00
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	1056.30	1160.43	9.86
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	848.10	930.84	9.76
เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	885.32	971.53	9.74
สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ	167.68	183.96	9.71
มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์	380.38	416.93	9.61
เทศบาลเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท	182.69	200.11	9.53
จังหวัดนครนายก	161.88	177.31	9.53
เทศบาลนครเจ้าพระยาสุรศักดิ์ จังหวัดชลบุรี	581.53	636.79	9.50
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	1528.87	1673.66	9.47
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	401.19	439.19	9.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างหน่วยงานงบประมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำสุดหลังได้รับการปรับงบประมาณ

หน่วยงานงบประมาณ	งบประมาณตั้งต้น (ลบ.)	งบประมาณแนะนำ (ลบ.)	การเปลี่ยนแปลง (%)
องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครปฐม	191.18	172.83	-9.60
สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ	772.64	698.01	-9.66
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด	279.39	251.96	-9.82
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	490.00	441.22	-9.95
สำนักงานศาลยุติธรรม	21658.38	19500.30	-9.96
จังหวัดยะลา	184.53	166.12	-9.98
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง	381.80	343.70	-9.98
กรมโยธาธิการและผังเมือง	38373.72	34542.28	-9.98
กรมศุลกากร	3664.13	3295.97	-10.05
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสุโขทัย	137.42	123.51	-10.12
องค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์	648.24	582.58	-10.13
ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์	5825.07	5234.00	-10.15
เทศบาลเมืองตะกั่วป่า จังหวัดพังงา	160.29	143.98	-10.17
องค์การบริหารส่วนจังหวัดพะเยา	270.73	243.12	-10.20
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	167.98	150.77	-10.25
กองทัพเรือ	41086.35	36875.94	-10.25
กรมทรัพยากรน้ำ	7268.62	6522.64	-10.26
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	37557.97	33701.14	-10.27
เทศบาลเมืองอโยธยา จังหวัด พระนครศรีอยุธยา	81.64	73.21	-10.32
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสงคราม	85.15	76.36	-10.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลวิจัย

งานวิจัยนี้ได้สำรวจและวิเคราะห์การจัดสรรงบประมาณแผ่นดินของประเทศไทยประจำปีงบประมาณ 2567 โดยใช้ทฤษฎีกราฟและกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า โครงสร้างการจัดสรรงบประมาณมีความซับซ้อนและเชื่อมโยงกันอย่างมาก โดยมีหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีบทบาทและความสำคัญแตกต่างกันไป การวิเคราะห์เชิงเครือข่ายช่วยให้สามารถระบุหน่วยงานที่มีอิทธิพลสูง หน่วยงานที่มีการใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ และหน่วยงานที่มีโอกาสในการปรับปรุงการไหลเวียนของงบประมาณ

อย่างไรก็ตาม การใช้คุณสมบัติของกราฟเครือข่าย เช่น PageRank, องศาเข้า-ออก และค่ากลาง (centrality) เป็นตัวแปรในการเพิ่มประสิทธิภาพ มีข้อพิจารณาที่สำคัญ ตัวอย่างเช่น PageRank ที่สูงอาจสะท้อนถึงความเชื่อมโยงกับหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลสูง แต่ไม่จำเป็นต้องสะท้อนถึงการดำเนินงานหรือการใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพของหน่วยงานนั้น ๆ องศาเข้า-ออกที่สูงอาจบ่งบอกถึงปริมาณงบประมาณที่ไหลเข้าและออกจากหน่วยงาน แต่ไม่ได้แสดงถึงคุณภาพหรือผลลัพธ์ของการใช้งบประมาณนั้น ดังนั้น การพิจารณาตัวชี้วัดอื่น ๆ ร่วมด้วยจะช่วยให้ได้ภาพรวมที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

แบบจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถสร้างคำแนะนำในการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึงถึงตัวชี้วัดต่าง ๆ และข้อจำกัด เช่น งบประมาณรวมคงที่ และการเปลี่ยนแปลงงบประมาณในระดับที่เหมาะสม ผลการทดสอบความทนทานแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความเสถียรและให้คำแนะนำที่สอดคล้องกันในหลาย ๆ การทดลอง นอกจากนี้ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวยังช่วยให้เข้าใจถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรนำเข้าต่อผลลัพธ์ของแบบจำลอง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการประเมินความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของคำแนะนำที่ได้

แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพในการนำเสนอคำแนะนำในการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมที่สุดให้กับหน่วยงานภาครัฐ ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งและทดลองสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อดูผลกระทบต่อการจัดสรรงบประมาณ ซึ่งช่วยให้การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรงบประมาณมีความโปร่งใสและมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุป งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางใหม่ในการวิเคราะห์และเสริมสร้างการจัดสรรงบประมาณแผ่นดินของประเทศไทย โดยใช้ทฤษฎีกราฟและกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ ผลการวิจัยและเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นคาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรงบประมาณ และเป็นรากฐานสำหรับการพัฒนานโยบายและแนวทางการจัดสรรงบประมาณแผ่นดินของประเทศไทยในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

- **การนำผลการวิจัยไปใช้:** หน่วยงานภาครัฐควรพิจารณาใช้ผลการวิจัยนี้ในการทบทวนและปรับปรุงกระบวนการจัดสรรงบประมาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับหน่วยงานที่มีอิทธิพลสูงแต่ประสิทธิภาพต่ำ หน่วยงานที่อาจได้รับงบประมาณไม่เพียงพอ และหน่วยงานที่มีปัญหาคอขวดในการไหลเวียนของงบประมาณ นอกจากนี้ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนและติดตามการจัดสรรงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- **การพัฒนาแบบจำลอง:** แม้ว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้จะมีประสิทธิภาพ แต่ยังมีโอกาสในการพัฒนาต่อไปได้อีก เช่น การรวมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรงบประมาณ เช่น ผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพที่ซับซ้อนมากขึ้น และการทดสอบความทนทานในสถานการณ์ที่หลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้ การพิจารณาข้อจำกัดและความหมายเชิงนโยบายของตัวชี้วัดจากกราฟเครือข่าย จะช่วยให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์และแม่นยำมากขึ้น
- **การพัฒนาแอปพลิเคชัน:** แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถปรับปรุงและเพิ่มฟังก์ชันการทำงานได้อีก เช่น การแสดงข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน่วยงานต่างๆ การสร้างรายงานสรุปผลการวิเคราะห์ และการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลงบประมาณของภาครัฐ
- **การวิจัยในอนาคต:** งานวิจัยในอนาคตสามารถต่อยอดจากงานวิจัยนี้ได้หลายด้าน เช่น การศึกษาผลกระทบของการจัดสรรงบประมาณต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การพัฒนาแบบจำลองสำหรับการจัดสรรงบประมาณในระดับภูมิภาคและท้องถิ่น และการศึกษาเปรียบเทียบการจัดสรรงบประมาณระหว่างประเทศต่างๆ นอกจากนี้ การสำรวจวิธีการใหม่ๆ ในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน และการนำเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ มาช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจ ก็เป็นประเด็นที่น่าสนใจสำหรับการวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B. (1993). *Network flows: Theory, algorithms, and applications*. Prentice Hall. (In English)
- Bondy, J. A., & Murty, U. S. R. (2008). *Graph theory*. Springer. Brin, S., & Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1-7), 107-117. (In English)
- Springer. Diestel, R. (2017). *Graph theory* (5th ed.). Springer. (In English)
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239. (In English)
- Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An introduction*. Oxford University Press. (In English)
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University (In English)
- Press. West, D. B. (2001). *Introduction to graph theory*. Prentice Hall. (In English)
- อรรธรณ ปฎิมาประกกร (2559). ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาและอุปสรรคในการบริหารงบประมาณของเจ้าหน้าที่งบประมาณกองบัญชาการ หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา. [Study on factors affecting budget management issues among budget officers at the Command Headquarters, Development Command Unit]. (In Thai)
- มาลัย พักเงิน และปรีดา ธนสุกาญจน์ (2552). ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานด้านการบริหารงานคลังขององค์การบริหารส่วนตำบลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร. [Factors affecting financial management operations in sub-district administrative organizations in Mueang District, Pichit Province]. (In Thai)
- วารุณี ศุภกุล (2548). การกระจายอำนาจทางการคลังกับการมีส่วนร่วมของประชาชนทางด้านรายได้และค่าใช้จ่าย. [Fiscal decentralization and public participation in income and expenditure]. (In Thai)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Ben-Moshe et al. (2014). *Optimal budget allocation on graphs: Center and median problems.* [Study on optimal budget allocation in graphs, focusing on center and median points under budget constraints]. (In English)

Suwannee Adsavakulchai. (2017). *Application of Dijkstra Algorithm for Shortest Path Traffic Route.* Journal of Private Higher Education Institutions Association of Thailand under the Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, 1-7. (In Thai)

He, B. (2022). Application of Dijkstra algorithm in finding the shortest path. *Journal of Physics Conference Series*, 2181(1), 012005. (In English)

Azar, A., Khadivar, A., Amin naseri, M., & Anvari Rostami, A. A. (2022). A linear programming model with robust approach for performance-base budgeting (PBB). *Journal of Public Administration*, 3(8). (In English)

Goodrich, M. T., Tamassia, R., & Goldwasser, M. H. (2013). *Data Structures and Algorithms in Python.* Wiley. (In English)

Bhargava, A. (2016). *Grokking Algorithms: An Illustrated Guide for Programmers and Other Curious People.* Manning Publications. (In English)

Hodler, A. E., & Needham, M. (2019). *Graph Algorithms.* O'Reilly Media. (In English)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย ทวีวัฒน์ รักสุจริต
วัน เดือน ปีเกิด	20 ตุลาคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	16/420 ม.5 ต.ห้วยกะปิ อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี 20130
ประวัติการศึกษา	(2564) วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา การออกแบบสถาปัตยกรรม (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) (2566) วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้