เอกสารเผยแพร่

การวิเคราะห์แผนการปฏิบัติงานการก่อสร้างฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน (พ.ศ. ๒๕๖๕)

โดย

นายกิตติพงษ์ ศรีวิภาต
ตำแหน่งวิศวกรชลประทานปฏิบัติการ
(ตำแหน่งเลขที่ ๑๘๓๖)
ฝ่ายติดตามและประเมินผล
ส่วนแผนงาน
สำนักงานชลประทานที่ ๒

ผลงานนี้เป็นเอกสารประกอบการประเมินผลงาน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการ
(ตำแหน่งเลขที่ ๑๘๓๖)
ฝ่ายติดตามและประเมินผล
ส่วนแผนงาน
สำนักงานชลประทานที่ ๒

คำนำ

ในโครงการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ที่มีความสลับซับซ้อน เช่น การก่อสร้างอาคารบ้านเรือน การสร้างเขื่อน การสร้างทาง การสร้างงานชลประทานต่าง ๆ หรือการสร้างเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพื่อให้การดำเนินงานตามโครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จะสนองตอบความต้องการนี้ได้คือแผนงาน (Planing) งานที่ต้องการให้ดำเนินการให้เสร็จสิ้นตามระยะเวลา จึงต้องมีการวางแผนงานล่วงหน้า แผนงานที่ดีจะทำให้กาดำเนินงานตามโครงการเป็นไปอย่างราบรื่นและประหยัด ผลงานจะเป็นตามกำหนดและเป้าหมายที่วางไว้ ดังนั้น เมื่อวางแผนไว้แล้วจะต้องดำเนินงานตามแผนงาน ที่วางไว้อย่างเคร่งครัด แต่บางครั้งอาจความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับแผนที่วางไว้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงบางประการ ของสิ่งแวดล้อม เมื่อปรับแผนแล้วสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ การกำหนดระยะเวลาของงานที่เสร็จจะต้องไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าโครงการใดไม่มีการวางแผนการทำงานอย่างรอบคอบจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายบางอย่างโดยไม่จำาเป็น เช่น เกิดปัญหาการสั่งวัสดุมาไม่ทันตามกำหนดทำให้งานต้องหยุดชะงักไป คนงานต้องว่างงาน ผลที่ตามมาก็คือทำให้งานไม่เสร็จตามกำหนด ต้องถูกปรับอาจทำให้งานที่รับเหมาไว้ต้องขาดทุน เป็นต้น

การจัดทำผลงานเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อเสนอขอรับการประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งประเภทวิชาการ ระดับชำนาญการ ของนายกิตติพงษ์ ศรีวิภาต ตำแหน่ง วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ โดยได้รวบรวมข้อมูล ประสบการณ์ สรุปแผนการปฏิบัติงานการก่อสร้างฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน เพื่อวิเคราะห์หาข่ายงานที่สร้างขึ้น เพื่อหาสายงานวิกฤติ ที่จะทำให้งานก่อสร้างดังกล่าวไม่เสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด และจะได้เร่งรัดการดำเนินงานดังกล่าวไม่ให้ล่าช้าต่อไป ในฐานะผู้จัดทำผลงานเขียนเล่มรายงานวางโครงการได้แสดงถึงความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค การนำไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนผู้ร่วมดำเนินการ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ได้ศึกษาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำงานได้ไม่มากก็น้อย

นายกิตติพงษ์ ศรีวิภาต
มิถุนายน ๒๕๖๖

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
๑. ความเป็นมาและประเด็นปัญหา	๑
๒. วัตถุประสงค์	๒
๓. วิธีการวิเคราะห์	๒
๔. ผลการวิเคราะห์	๘
๕. สรุปและข้อเสนอแนะ	๒๑

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
๑	ตารางแสดงความแตกต่างระหว่าง PERT และ CPM	๒
๒	ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดงาน	๔
๓	ตารางแสดงกิจกรรมและปริมาณงานฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ	๑๐
๔	ตารางแสดงเวลาที่ใช้ดำเนินกิจกรรมฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ	๑๐
๕	ตารางแจกแจงกิจกรรมย่อยฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ	๑๑
๖	ตารางคำนวณเวลาเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน	๑๖
๗	ตารางแสดงการลดค่าใช้จ่ายจากการเร่งรัดการดำเนินงาน	๒๐

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
๑	ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart)	๑
๒	การเขียนข่ายงานที่ไม่ถูกต้อง	๓
๓	การเขียนข่ายงานที่ถูกต้องโดยเพิ่มกิจกรรมสมมติ	๓
๔	ตัวอย่างตารางแสดงการคำนวนหาสายงานวิกฤต	๕
๕	กราฟแสดงความน่าจะเป็นแบบเบตา	๖
๖	กราฟแสดงเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน ก	๗
๗	แบบก่อสร้างฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน หมายเลขแบบนน.-๖๐-๐๒ ๑/๗ – ๗/๗	๘
๘	แผนการปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณ ฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน	๙
๙	การวิเคราะห์โครงข่ายกิจกรรมโครงการฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ	๑๔
๑๐	แสดงกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการ	๑๗
๑๑	การใช้ตารางแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)	๑๘

การวิเคราะห์แผนการปฏิบัติงานการก่อสร้างฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

บทคัดย่อ

๑.ความเป็นมาและประเด็นปัญหา

อดีดที่ผ่านมาการวางแผนและควบคุมการท่างานมักอาศัยความนึกคิดและความจำของผู้บริหาร ซึ่งอาจใช้ได้กับโครงการขนาดเล็กที่ไม่ซับซ้อนมากนัก แต่ถ้างานที่มีความซับซ้อนมาก ๆ อาจมีปัญหา คือ อาจหลงลืมขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนงาน หรือผู้บริหารอาจเปลี่ยนแปลงแผนแล้วลืมบอกผู้ร่วมงาน หรือผู้ใต้บังคับบัญชา จึงทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาจนอาจเป็นสาเหตุทำให้งานล่าช้ากว่ากำหนด และในที่สุดก็ทำให้งานทั้งหมดในโครงการล่าช้าไปด้วย ต่อมามีการพัฒนามาใช้วิธีการวางแผนโดยการเขียนเป็นเส้นตรงในแนวระนาบเพื่อใช้แทนระยะเวลาและกำหนดเวลาเริ่มและเสร็จงาน ของโครงการ ซึ่งเรียกว่าแผนภูมิเส้นหรือแห่งควบคุมงาน (Gantt Chart) เส้นตรงในแผนภูมิจะใช้แทนงานต่าง ๆ ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของงานไว้ ถึงกระนั้นแผนภูมินี้ก็ยังมีข้อบกพร่องอีกตรงที่ไม่สามารถแสดง ความสัมพันธ์ของงานย่อยต่าง ๆ ในโครงการได้ จึงมีการปรับปรุงการบริหารงานใหม่โดยใช้เทคนิคของ CPM Pert ในเทคนิควิธีการบริหารงานสมัยใหม่ที่มีผู้นำมาใช้และเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมีอยู่ด้วยกัน ๒ วิธี คือ CPM Critical Path Method (CPM) และ Project Evaluation and Review Technique (PERT) วิธีทั้ง ๒ เป็นวิธีที่ง่ายและมีประโยชน์ต่อการวางแผน และควบคุมโครงการอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบันนี้ถ้าโครงการใดมีงานย่อยไม่มากนักและไม่ซับซ้อนก็ยังคงใช้ Gantt charts ในการวางแผนและควบคุมงานอยู่ โดยควบคุมระยะเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของงานต่าง ๆ แต่ Gantt charts ก็ยังมีจุดอ่อนอยู่อีกมาก คือ

๑) มิได้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างงานแต่ละงาน

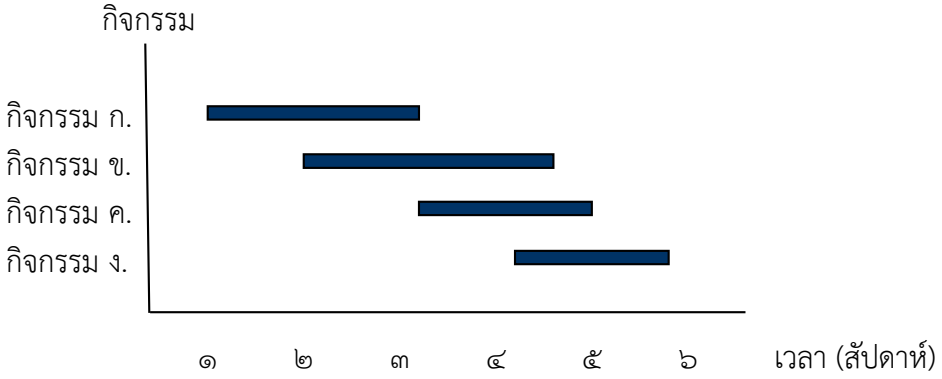
๒) ไม่สะดวกในการแก้ไขถ้ามีการเปลี่ยนแปลงแผนงานย่อย ๆ

๓) มิได้แสดงให้เห็นว่ามีงานใดข้างยอมให้ล่าช้าได้โดยไม่กระทบกระเทือนวันเสร็จของโครงการ เป็นเหตุให้ไม่สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ดีเท่าที่ควร

๔) ไม่ทราบว่างานใดเป็นงานวิกฤติ (Critical work)

แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) กับงานโครงการ

Gantt Chart เป็นเทคนิคที่คิดขึ้นในปี พ.ศ. ๒๔๖๐ โดย Henry L, Gantt เพื่อใช้ในการวางแผนเกี่ยวกับเวลา ใน Gantt Chart จะใช้แท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ที่เริ่มต้นและสิ้นสุดที่เวลาต่าง ๆ กัน ดังในภาพข้างล่าง



รูปที่ ๑ ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart)

จากแผนภูมิจะเห็นว่า แท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใช้แสดงกิจกรรมแต่ละกิจกรรมนั้น จะบอกถึงระยะเวลาที่ใช้ , จุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม เช่น กิจกรรม ก. ใช้เวลาทำงาน ๒ สัปดาห์ เริ่มต้นที่ สัปดาห์ที่ ๑ และสิ้นสุดสัปดาห์ที่ ๓ กิจกรรม ข. ใช้เวลา ๒ สัปดาห์ครึ่ง เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ ๒ สิ้นสุดที่กลางสัปดาห์ที่ ๔ เป็นต้น แต่ Gantt Chart ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เทคนิค PERT และ CPM จึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากกว่า

๒.วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อวิเคราะห์หาข่ายงาน คำนวณหาสายงานวิกฤติ และแนวทางเร่งรัดการดำเนินงานก่อสร้างให้เร็วขึ้นของฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

๒.๒ เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายงบประมาณที่เกิดจากการเร่งรัดงานดำเนินการได้เร็วขึ้นของฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

๓.วิธีการวิเคราะห์

เทคนิค PERT และ CPM

เทคนิคการประเมินผลและทบทวนโครงการ (Program Evaluation and Review Technique : PERT) และ ระเบียบวิธีวิกฤต (Critical Path Method : CPM) เป็นเทคนิคเชิงปริมาณด้านการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network analysis) ที่ใช้กันแพร่หลายในการวางแผนและควบคุมงานที่มีลักษณะเป็นงานโครงการ (งานที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด และสามารถกระจายเป็นงานย่อยที่มีความสัมพันธ์กันได้) ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถดำเนินโครงการให้สำเร็จตามเวลาและในงบประมาณที่กำหนด

ความแตกต่างระหว่าง PERT และ CPM

ตารางที่ ๑ แสดงความแตกต่างระหว่าง PERT และ CPM

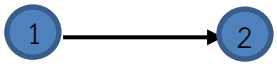
PERT	CPM
๑. เป็นการใช้เวลาโดยประมาณ ซึ่งคำนวณได้โดยใช้ความน่าจะเป็น ๒. ใช้กับโครงการที่ไม่เคยทำมาก่อน ๓. ใช้กับโครงการที่มีเวลาดำเนินงานที่ไม่แน่นอน เช่น โครงการพัฒนาวิจัย	๑. คำนวณจากข้อมูลที่เคยทำมาก่อนหรือข้อมูลที่จดบันทึกไว้จากอดีต ๒.ใช้กับโครงการที่ผู้บริหารเคยมีประสบการณ์ ๓.ใช้กับโครงการที่ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่แน่นอน เช่น อัตราการทำงานของงานแต่ละประเภท อัตราการทำงานของเครื่องจักร

๓.๑ การสร้างข่ายงาน (Draw Network)

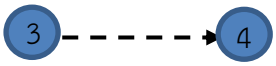
(สุระพรรณ์ จุลสุวรรณ์, ๒๕๕๐, หน้า ๑๘๗ - ๑๙๐) การสร้างข่ายงาน คือ การสร้างตัวแบบที่อยู่ในลักษณะข่ายงานเพื่อเป็นการแสดงรายละเอียดการดำเนินงานของโครงการ โดยการเขียนแผนผังลำดับกิจกรรมย่อยต่างๆให้เป็นภาพรวมที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งการสร้างข่ายงานจัดเป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ข่ายงานในขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้การสร้างข่ายงานมีวิธีการเขียนได้ ๒ รูปแบบ คือ

แบบที่ ๑ การเขียนข่ายงานแบบกิจกรรมบนเส้นเชื่อม (Activity One Arc : Aoa) คือ การใช้เส้นเชื่อมหรือลูกศรชี้ (Arc) ทนกิจกรรมโดยมีสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ดังนี้

จุดเชื่อม (Node) แสดงถึง เหตุการณ์ที่เป็นจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของโครงการ



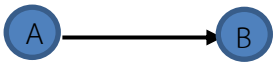
เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อม แสดงถึงกิจกรรมโดยมีหัวลูกศรแสดงถึงจุดสิ้นสุดของกิจกรรมนั้น ๆ



เส้นประที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อม แสดงถึงกิจกรรมสมมติ (Dummy Activity) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ทำจริงเพียงสมมติขึ้นเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข่ายงานได้ โดยกำหนดให้มีเวลาในกิจกรรมเท่ากับศูนย์

แบบที่ ๒ การเขียนข่ายงานแบบกิจกรรมบนจุดเชื่อม (Activity On Node : Aon) คือ การใช้จุดเชื่อมหรือวงกลม (Node) แทนกิจกรรมโดยมีสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

จุดเชื่อม แสดงถึง กิจกรรม



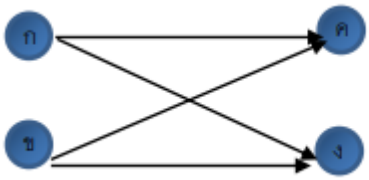
เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อม แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหรือลำดับการทำงาน เช่น จากตัวอย่างหมายถึง เมื่อทำกิจกรรม A เสร็จ แล้วจึงจะทำกิจกรรม B ได้

จุดเชื่อมประ แสดงถึง กิจกรรมสมมติ (Dummy Activity) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ทำจริงเพียงสมมติขึ้นมาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข่ายงานได้โดยกำหนดให้มีเวลาในการทำกิจกรรมเท่ากับศูนย์

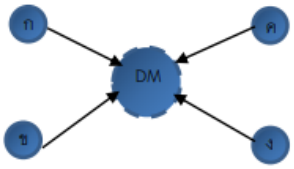
ในการแสดงข่ายงานจะเลือกใช้แบบที่ ๑ Aoa หรือแบบที่ ๒ Aon ก็ได้ เนื่องจากไม่มีข้อแตกต่างของการใช้ ดังนั้นในเอกสารฉบับนี้จะนำแบบ Aon มาใช้ในการอธิบายเพียงวิธีเดียวโดยมีหลักการเขียน ดังนี้

หลักในการเขียนข่ายงานแบบ Aon

๑) จุดเริ่มต้นโครงการมีจุดเดียวเท่านั้น อยู่ทางซ้ายมือสุด
๒) จุดสิ้นสุดโครงการมีจุดเดียวเท่านั้น อยู่ทางขวามือสุด
๓) แสดง ๑ กิจกรรมต่อ ๑ จุดเชื่อม
๔) เส้นเชื่อมที่แสดงลำดับของกิจกรรมควรเขียนเยื้องมาทางขวามือ
๕) เส้นเชื่อมต้องไม่ไขว่กัน
๖) กิจกรรมมากกว่า ๑ กิจกรรมจะเริ่มต้นที่จุดเดียวกันไม่ได้



รูปที่ ๒ การเขียนข่ายงานที่ไม่ถูกต้อง



รูปที่ ๓ การเขียนข่ายงานที่ถูกต้องโดยเพิ่มกิจกรรมสมมติ

๓.๒ การวิเคราะห์ข่ายงาน

เมื่อทำการสร้างข่ายงานเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ข่ายงานที่สร้างขึ้น โดยที่การวิเคราะห์ข่ายงานมีวัตถุประสงค์เพื่อหากำหนดเวลาโดยละเอียดของงานต่าง ๆ รวมทั้งเพื่อดูว่าในงานทั้งหลายในโครงการมีงานใดบ้างที่เป็นงานสำคัญ ซึ่งเรียกว่างานวิกฤตหรือกิจกรรมวิกฤต (Critical Activity) โดยที่งานวิกฤตหรือกิจกรรมวิกฤตเป็นงานที่ต้องมีการควบคุมให้เป็นไปตามกำหนดของแผนงาน ถ้างานเหล่านี้ล่าช้าก็จะทำให้โครงการเสร็จช้าไปด้วย และงานใดบ้างเป็นงานไม่วิกฤตหรือกิจกรรมไม่วิกฤต (Noncritical Activity ซึ่งเป็นงานที่หากช้ากว่ากำหนดก็จะไม่กระทบกระเทือนเวลาเสร็จสิ้นของโครงการ

๓.๓ การคำนวณหาสายงานวิกฤติ

การคำนวณสายงานวิกฤติของเทคนิค PERT และ CPM นั้นไม่ต่างกัน จากที่กล่าวมาแล้วว่าการวิเคราะห์ข่ายงานเป็นการคำนวณเพื่อหากำหนดเวลาการทำงานโดยละเอียดของงานต่าง ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบถึงนิยามต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ สัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย	
ES	earliest start time	เวลาเร็วที่สุดที่จะเริ่มต้นทำกิจกรรมได้
LS	latest start time	เวลาช้าที่สุดที่จะเริ่มต้นทำกิจกรรมนั้น ๆ โดยไม่ทำให้เวลาของโครงการเปลี่ยนไป
EF	earliest finish time	เวลาเสร็จสิ้นอย่างเร็วที่สุดของแต่ละกิจกรรม
LF	latest finish time	เวลาเสร็จสิ้นอย่างช้าที่สุดของแต่ละกิจกรรมโดยไม่ทำให้เวลาของโครงการเปลี่ยนไป
TF	total float	เวลารวมที่กิจกรรมจะล่าช้าได้โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาของโครงการ
FF	free float	ระยะเวลาที่กิจกรรมจะล่าช้าได้โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาของโครงการ
t		เวลาทำงานของกิจกรรม

การคำนวณหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (ES) และเวลาเสร็จสิ้นเร็วที่สุด (EF)

$$EF = ES + t$$

$$ES = \max \{EF \text{ ของกิจกรรมที่ทำก่อนหน้า}\}$$

การคำนวณหาเวลาเริ่มต้นช้าที่สุด (LS) และเวลาเสร็จสิ้นช้าที่สุด

$$LS = LF - t$$

$$LF = \min \{LS \text{ ของกิจกรรมที่ตามมา}\}$$

การคำนวณหาเวลาที่เหลือ

- เวลาที่เหลือทั้งหมด (Total Float) : TF คือ จำนวนเวลาที่เหลือที่งานจะเลื่อนออกไปได้โดยที่ไม่ทำให้โครงการเสร็จช้ากว่ากำหนด

$$TF = LS - ES$$

$$TF = LF - EF$$

- เวลาที่เหลืออิสระ (Free Float) : FF คือ จำนวนเวลาที่เหลือที่งานจะเลื่อนออกไปได้โดยที่ไม่มีผลกระทบกับงานถัดไป

$$FF = ES \text{ ของงานที่ตามมา} - EF$$

งานวิกฤติ (Critical Activities) คืองานที่มีเวลาเหลือทั้งหมดเป็น ๐ (TF = ๐) ซึ่งเป็นงานที่ควบคุมการเสร็จสิ้นของโครงการ

เส้นทางวิกฤติคือ เส้นทางที่เป็นเส้นทางของงานวิกฤติ และเป็นเส้นทางที่ใช้เวลาในการดำเนินโครงการนานที่สุด

กิจกรรม	เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (Es)	เวลาสิ้นสุดเร็วที่สุด (Ef)	เวลาเริ่มต้นช้าที่สุด (Ls)	เวลาสิ้นสุดช้าที่สุด (Lf)	เวลาที่ช้าได้ Ls – Es , Lf – Ef	กิจกรรมวิกฤต
A						
B						
C						
D						
E						
F						

รูปที่ ๔ ตัวอย่างตารางแสดงการคำนวนหาสายงานวิกฤต

๓.๔ การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ CPM

การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ CPM คือ ข่ายงานที่ผู้บริหารทราบเวลาของกิจกรรมย่อยแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจน ดังนั้นในการวิเคราะห์ด้านเวลาจึงไม่มีความซับซ้อน โดยขั้นตอนในการทำดังนี้

(๑) ศึกษารายละเอียดของโครงการ

(๒) การสร้างข่ายงาน

(๓) การวิเคราะห์ข่ายงาน

๓.๕ การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ PERT

การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ PERT มี ๓ ขั้นตอนเหมือนกับแบบ CPM คือ

(๑) ศึกษารายละเอียดของโครงการ

(๒) การสร้างข่ายงาน

(๓) การวิเคราะห์ข่ายงาน

แต่ในขั้นตอนที่ (๓) ถึงแม้จะมีเป้าหมายเหมือนกันกับแบบ CPM คือ วิเคราะห์หากิจกรรมวิกฤต วิถีวิกฤต และเวลาวิกฤต แต่จะมีข้อพิเศษปลีกย่อยต่างกันที่ต้องหาเพิ่มเติมในขั้นตอนที่ ๓ ของวิธี PERT ก็คือ

๑. การประมาณการเวลาของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมว่าน่าจะเสร็จภายในกี่วัน

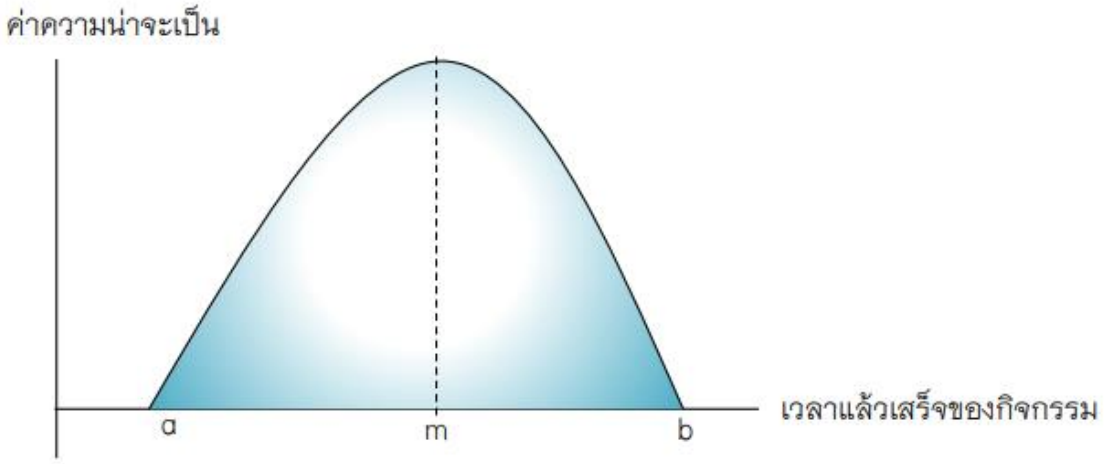
๒. การประมาณการเวลาของโครงการว่าน่าจะเสร็จภายในกี่วัน

๓. หาความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จทันหรือไม่ทันภายในเวลาที่กำหนด

มีรายละเอียดดังนี้

๑. การประมาณการเวลาของกิจกรรม (Activity Time Estimation) เป็นการประมาณการเวลาที่ต้องใช้ทำแต่ละกิจกรรม โดยอาศัยผู้ชำนาญงานในแต่ละกิจกรรมสำหรับข่ายงาน CPM การประมาณการจะประมาณการโดยการประมาณการเพียงค่าเดียวโดยถือว่าค่านี้มีความเป็นไปได้มากที่สุด มีโอกาสน้อยมากที่

จะเกิดความ คลาดเคลื่อน แต่ในกรณีของ PERT การประมาณการเวลาแล้วเสร็จของกิจกรรมจะถือว่าเวลาการทำกิจกรรมมีลักษณะการแจกแจงแบบ เบตา (Beta Distribution) ดังแสดงในรูปประกอบที่ ๕



รูปที่ ๕ กราฟแสดงความน่าจะเป็นแบบเบตา

ในการประมาณการเวลาสำหรับกิจกรรมจะต้องประมาณการ ๓ จุด คือ a m และ b โดยที่

a หมายถึง ระยะเวลาที่คาดว่าจะทำกิจกรรมเสร็จได้เร็วที่สุด (Optimistic Time)

b หมายถึง เวลาที่คาดว่าจะทำกิจกรรมเสร็จได้ช้าที่สุด (Pessimistic Time)

m หมายถึง เวลาที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะทำกิจกรรมเสร็จ (Most Pikely Time) หรือ ระยะเวลาที่ทำงานเสร็จได้เป็นส่วนมาก

การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาดำเนินงานของงานต่าง ๆ เป็นแบบเบตาจะสามารถคำนวณค่าคาดหมายของเวลา (ค่าเฉลี่ยของเวลา) ของการดำเนินงานของแต่ละงานหรือกิจกรรมได้โดยใช้สูตร

$$\text{เวลาเฉลี่ย } Te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

เนื่องจากเวลาแล้วเสร็จของกิจกรรมสำหรับข่ายงาน PERT มีการแจกแจงแบบเบตา ดังนั้นเวลาแล้วเสร็จแต่ละกิจกรรมจึงมีค่าความแปรปรวน ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\sigma^2 = \left[\frac{b-a}{6}\right]^2$$

ค่าความแปรปรวนนี้จะใช้เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จภายในเวลาที่กำหนด

หาความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จทันหรือไม่ทันภายในเวลาที่กำหนดข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการหาค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จทันในเวลาที่กำหนดได้แก่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการ

$$Z = \frac{ST - \sum Te}{\sqrt{\sum \sigma^2}}$$ โดยที่ ST คือ เวลาของโครงการที่กำหนดขึ้น

๓.๖ การเร่งโครงการ

กิจกรรมวิกฤต คือ กิจกรรมที่สำคัญ ถ้ากิจกรรมวิกฤต เสร็จช้ากว่าที่กำหนดไว้ โครงการก็เสร็จช้าไปด้วย ดังนั้นการควบคุมกิจกรรมวิกฤตจึงมีผลต่อกำหนดการแล้วเสร็จของโครงการด้วย

ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเร่งโครงการให้เสร็จเร็วขึ้น สามารถทำได้โดยการเร่งให้กิจกรรมวิกฤต เสร็จเร็วกว่ากำหนด ซึ่งจะทำได้โดยการเพิ่มทรัพยากร เช่น คนงาน เวลา หรือเครื่องมือในการดำเนินการ แต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นกว่าการทำงานตามปกติ

ในโครงการหนึ่งๆ จะมีกิจกรรมวิกฤต มากกว่า ๑ กิจกรรม ซึ่งในแต่ละกิจกรรมจะมีวิธีการดำเนินงานที่ต่างกัน ใช้ทรัพยากรที่ต่างกัน จึงทำให้เสียค่าใช้จ่ายแตกต่างกันไป ดังนั้นเมื่อจำเป็นต้องมีการเร่งโครงการเกิดขึ้น ผู้บริหารควรที่จะวิเคราะห์ได้ว่า ควรเร่งกิจกรรมใดบ้าง จึงจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานดีที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

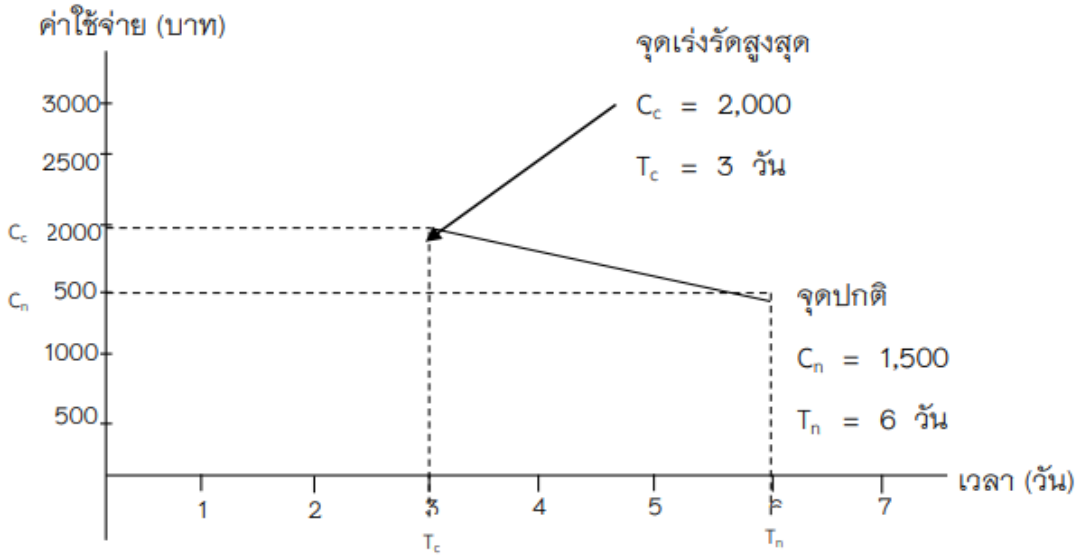
การเร่งโครงการ เป็นการวิเคราะห์ที่เน้นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าใช้จ่าย (Time-cost tradeoffs) จึงจำเป็นต้องมีข้อมูลต่อไปนี้

๑) เวลาดำเนินงานตามปกติ (Normal time , Tn) คือเวลาที่ประมาณไวในขั้นตอนการวางแผน

๒) เวลาดำเนินการอย่างเร่งรัด (Crash time , Tc) คือ ระยะเวลาสั้นที่สุดที่จะเร่งกิจกรรมนั้น ๆ เช่น กิจกรรม A โดยปกติใช้เวลาดำเนินการ ๕ วัน แต่สามารถเร่งให้เสร็จได้โดยใช้เวลา ๒ วันเป็นต้น

๓) ค่าใช้จ่ายปกติ (Normal cost , Cn) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อกิจกรรมมีการดำเนินงานตามปกติ

๔) ค่าใช้จ่ายเร่งรัด (Crash cost , Cc) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อเร่งกิจกรรมนั้น ๆ ให้เสร็จโดยเร็วที่สุด เช่น ถ้างาน ก โดยปกติจะใช้เวลา ๖ วัน และมีค่าใช้จ่าย ๑,๕๐๐ บาทแต่ถ้าเร่งให้เสร็จภายใน ๓ วัน จะต้องจ้างคนงานเพิ่ม รวมทั้งต้องจัดหาเครื่องมือเพิ่มทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำงาน ก เพิ่มขึ้นเป็น ๒,๐๐๐ บาท สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน ก ดังรูปที่ ๖



รูปที่ ๖ กราฟแสดงเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน ก

ในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเร่งงาน จะทำการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา (Crash cost per time period) ดังนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการเร่งงานหนึ่งหน่วยเวลา} = \frac{C_c - C_n}{T_n - T_c}$$

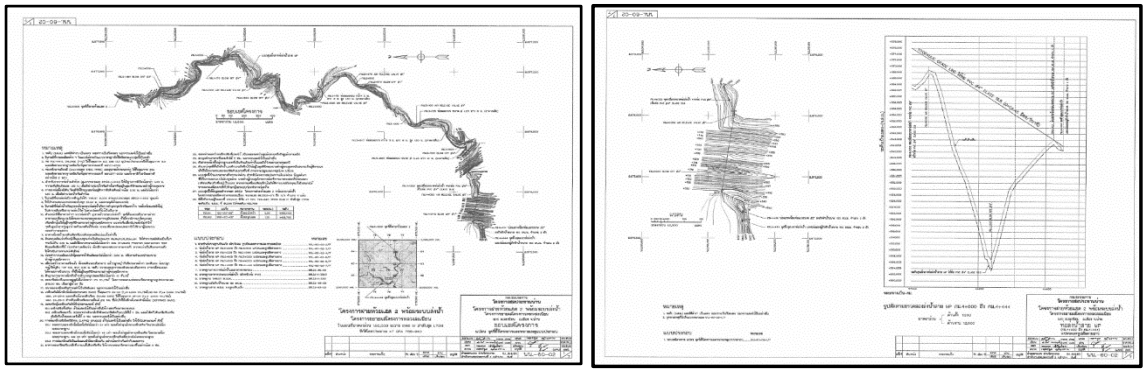
$$\text{ค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน ๑ วัน สำหรับกิจกรรม A} = \frac{1600 - 1000}{5 - 2} = 200 \quad \text{บาท}$$

๓.๗ ขั้นตอนในการเร่งโครงการ

๑. กำหนดวัตถุประสงค์ในการเร่งโครงการ
๒. คำนวณเวลาแล้วเสร็จตามปกติของโครงการ ระบุเส้นทางวิกฤต และกิจกรรมวิกฤต
๓. เร่งกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อหน่วยต่ำที่สุด ในกรณีที่มีเส้นทางวิกฤตมากกว่า ๑ เส้นทาง ให้เลือกกิจกรรมวิกฤตที่มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่ำที่สุดในแต่ละเส้นทาง และเร่งกิจกรรมเหล่านั้นให้เสร็จเร็วขึ้นเท่า ๆ กัน
๔. คำนวณเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ถ้าโครงการยังไม่เสร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ ๓ ถ้าเป็นไปตามเป้าหมายให้ทำขั้นตอนต่อไป
๕. ตรวจสอบแผนงานการเร่งโครงการเพื่อปรับปรุงการกำหนดงาน ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นลงไปได้บางส่วน

๔.ผลการวิเคราะห์

จากการศึกษารายละเอียดโครงการจากแบบที่จะทำการก่อสร้าง ประเภท ขนาด และชนิดของอาคารต่าง ๆ พร้อมทั้งตรวจสอบประมาณการถึงกิจกรรมที่เสนอขอรับสนับสนุนงบประมาณฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน หมายเลขแบบ นน.-๖๐-๐๒ ๑/๗ – ๗/๗



รูปที่ ๗ แบบก่อสร้างฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน หมายเลขแบบ นน.-๖๐-๐๒ ๑/๗ – ๗/๗

แผนการปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

แผนงาน บูรณาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ปีงบประมาณ 2564 สำนักงานชลประทานที่ 2 โครงการชลประทานน่าน

ผลผลิตที่ : 4 โครงการจัดหาแหล่งน้ำและเพิ่มพื้นที่ชลประทาน

ฝายห้วยแฮต 2 พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ 100 ไร่

ตำบลสะเนียน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน หน่วย : พันบาท (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

ลำดับที่	รายการ	วงเงินงบประมาณ (พันบาท)	ปี พ.ศ.2563			ปี พ.ศ.2564									หมายเหตุ
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
	งานดำเนินการเอง														
1	กิจกรรมเบื้องต้นและงานส่วนประกอบ	49.00		10.00	39.00										
2	กิจกรรมฝายทดน้ำ	456.00		100.00	356.00										
3	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำ (กม.0+000 ถึง กม.1+000)	1,702.00				180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	262.00	
4	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำ (กม.1+000 ถึง กม.4+000)	3,323.00				370.00	370.00	370.00	370.00	370.00	370.00	370.00	370.00	363.00	
5	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำ (กม.4+000 ถึง กม.4+444)	224.00										75.0	75.00	74.00	
6	กิจกรรม Blow Off	210.00							70.00	70.00	70.00				
7	กิจกรรม Air Release Valve และ บ่อแยก	131.00							40.00	60.00	31.00				
8	กิจกรรมถังพักน้ำ 150 ลบ.ม.	2,171.00		335.00	800.00	800.00	236.00								
9	ค่าอำนวยการ	734.00		66.00	66.00	66.00	66.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	68.00	
รวมงบประมาณ แยกรายเดือน				511.00	1,261.00	1,416.00	852.00	617.00	727.00	747.00	718.00	692.00	692.00	767.00	
รวมงบประมาณ สะสม				511.00	1,772.00	3,188.00	4,040.00	4,657.00	5,384.00	6,131.00	6,849.00	7,541.00	8,233.00	9,000.00	

(นายนิพนธ์ ทุศรี) ผอ.ชป.น่าน

นายปรีชา จานทอง ผส.ชป.๒

รูปที่ ๘ แผนการปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณ ฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสะเนียน พื้นที่รับประโยชน์ ๑๐๐ ไร่ ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

โดยจากรูปที่ ๘ หน่วยงานพิจารณาวางแผน การปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณในรูปแบบ Gantt charts จำนวน ๔๔ สัปดาห์ หรือ ๑๑ เดือน ในการดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ

- กิจกรรม (Activity) เป็นภารกิจที่ต้องการทำงานที่ถูกเรียงลำดับการทำงานก่อนหลังตามความเหมาะสม เป็นขั้น เป็นตอน (Sequence) เช่น จะวางท่อต้องขุดดินก่อน หรือ จะเทคอนกรีตเสริมเหล็กต้องตั้งไม้แบบ และผูกเหล็กก่อน หรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่สามารถดำเนินการไปพร้อมกันได้ เป็นต้น

- ปริมาณงาน (Quantity) เป็นจำนวนของงานในภารกิจนั้น ๆ ที่ต้องดำเนินการมีหน่วยวัด (Unit) ค่าของปริมาณที่แตกต่างกันไปตามลักษณะงานเช่น งานคอนกรีต หน่วยวัดเป็น ลบ.ม. งานปลูกหญ้า หน่วยวัดเป็น ตร.ม. เหล็กเสริมคอนกรีต หน่วยวัดเป็น ตัน หรือกิโลกรัม งานท่อ งานสายไฟฟ้า หน่วยวัดเป็น เมตร หรือ อุปกรณ์ หน่วยวัดเป็น ชุด เป็นต้น รวมถึงค่าแรงในการติดตั้ง และ งานเหมาซึ่ง หน่วยวัดแตกต่างกัน จึงทำการประเมินผลงานได้ยาก ดังนั้นใน การประเมินผลงานจึงจำเป็นต้องปรับค่าให้เป็นหน่วยวัดเดียวกัน คือ มูลค่าของภารกิจนั้น ๆ โดยใช้ข้อมูลจาก บัญชีปริมาณวัสดุและค่าแรง (BOQ-Bill Of Quantity)

- วางแผนการปฏิบัติงานก่อสร้าง แผนงบประมาณก่อสร้าง แผนอัตรากำลัง แผนการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ และวิเคราะห์ข้อมูลในการควบคุมคุณภาพของงานก่อสร้างให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรมและระเบียบข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

- การจัดทำแผนงาน (Work Schedule) หรือแผนงานหลัก (Master Schedule) หรือแผนโครงการ (Project Plan) และแผนงานที่ดีคือ การแบ่งงานย่อยที่จะดำเนินการในแต่ละช่วงเวลาได้ชัดเจน เลือกวิธีการทำงานที่เหมาะสม ใช้เวลาที่สั้น ประหยัดค่าใช้จ่าย ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เต็มประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นงานโครงสร้าง งานระบบ หรืองานอื่น ๆ มีความจำเป็นที่ต้องจัดทำแผนงานขึ้น เพื่อทราบทิศทางที่จะต้องดำเนินการและมีการเตรียมการต่าง ๆ เช่น วัสดุ แรงงาน ช่างฝีมือ เครื่องจักรต่าง ๆ และวิธีการดำเนินการแต่ละขั้นตอน ให้สอดคล้องกับงานอื่น ๆ โดยไม่เกิดการหยุดรองาน

ตารางที่ ๓ กิจกรรมและปริมาณงานฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ

ลำดับที่	กิจกรรม	ปริมาณงาน	
		หน่วย	ปริมาณ
๑	กิจกรรมเบื้องต้นและงานส่วนประกอบ	๑	งาน
๒	กิจกรรมฝายหินก่อขนาดสูง ๒ เมตร ยาว ๑๐ เมตร	๑	แห่ง
๓	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๘ นิ้ว	๑,๐๐๐	เมตร
๔	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๖ นิ้ว	๓,๐๐๐	เมตร
๕	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๔ นิ้ว	๔๔๔	เมตร
๖	กิจกรรมอาคาร Blow Off ขนาด ๔ นิ้ว	๖	แห่ง
๗	กิจกรรม AIR RELEASE VALVE ขนาด ๑ นิ้ว	๕	แห่ง
๘	กิจกรรมถังพักน้ำขนาด ๑๕๐ ลูกบาศก์เมตร	๔	แห่ง
๙	ค่าอำนวยการและค่าดำเนินงาน	๑	งาน

- จำนวนเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม (Duration Time) เป็นเวลาที่ต้องสูญเสียไปในการดำเนินการของแต่ละ กิจกรรมซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามปริมาณ ความยากง่าย และความซับซ้อนของแต่ละกิจกรรมโดยหน่วยวัด (Time Scale) วัดเป็น วัน (day) สัปดาห์ Week) เดือน (Month) และปี (year) เป็นต้น

ตารางที่ ๔ เวลาที่ใช้ดำเนินกิจกรรมฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณงาน		เวลาดำเนินกิจกรรม	
		หน่วย	ปริมาณ	สัปดาห์	เดือน
๑	กิจกรรมเบื้องต้นและงานส่วนประกอบ	๑	งาน	๘	๒
๒	กิจกรรมฝายหินก่อขนาดสูง ๒ เมตร ยาว ๑๐ เมตร	๑	แห่ง	๘	๒
๓	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๘ นิ้ว	๑,๐๐๐	เมตร	๓๖	๙
๔	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๖ นิ้ว	๓,๐๐๐	เมตร	๓๖	๙
๕	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๔ นิ้ว	๔๔๔	เมตร	๑๒	๓
๖	กิจกรรมอาคาร Blow Off ขนาด ๔ นิ้ว	๖	แห่ง	๑๒	๓
๗	กิจกรรม AIR RELEASE VALVE ขนาด ๑ นิ้ว	๕	แห่ง	๑๒	๓
๘	กิจกรรมถังพักน้ำขนาด ๑๕๐ ลูกบาศก์เมตร	๔	แห่ง	๑๖	๔
๙	ค่าอำนวยการและค่าดำเนินงาน	๑	งาน	๔๔	๑๑

- คำนวนและวิเคราะห์หาข่ายงานเพื่อวางเร่งการแผนการปฏิบัติงานก่อสร้าง โดยใช้วิธี PERT/CPM โดยกำหนด ซึ่งต้องแจกแจงกิจกรรมย่อยให้ครบถ้วนเพื่อให้การลำดับกิจกรรมความสัมพันธ์ให้ต่อเนื่องกัน โดยจะแบ่งเป็น ๓ ระยะ

ก. ระยะเริ่มโครงการ ส่วนใหญ่เป็นการเตรียมงาน (Site preparation) การเปิดหน้างาน (Site Clearing) จึงมีหน้างานให้ดำเนินการได้ไม่มากนักใช้เวลามาก

ข. ระยะกลางโครงการ เป็นช่วงที่สามรถเปิดหน้า งานได้มากขึ้นสามารถทำงานได้หลายกลุ่ม มีความก้าวหน้า ของงานรวมมากใช้เวลาน้อย

ค. ระยะปลายโครงการ เป็นช่วงที่ทำงานแล้วเสร็จไปมาก เหลือเพียงงานเก็บจุดบกพร่องทำความสะอาดโครงการ (Site Cleaning) การเบิกงวดมีน้อย มีความก้าวหน้าของงานรวมมีน้อยในเวลานาน จากข้อมูลแบบก่อสร้างนำไปแจกแจงกิจกรรมย่อย เพื่อนำไปคำนวณความสัมพันธ์ ได้ดังตารางที่ ๕

ตารางที่ ๕ ตารางแจกแจงกิจกรรมย่อยฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ

ลำดับ	รหัสกิจกรรม	กิจกรรม	ปริมาณงาน	หน่วย	ระยะเวลา (วัน)
	ระยะเริ่มโครงการ				
๑	A	งานถางป่าขุดตอและปรับพื้นที่ก่อสร้าง ๕ ไร่	๑,๖๐๐.๐๐	ตร.ม.	๓๐
		งานถางป่า	๑,๖๐๐.๐๐	ตร.ม.	๑๐
		งานปรับพื้นที่ (ฝาย และ ถังเก็บน้ำ)	๑,๖๐๐.๐๐	ตร.ม.	๒๐
	ระยะกลางโครงการ				
๒	B	งานฝายทดน้ำขนาด ยาว ๑๐ เมตร สูง ๒ เมตร			๕๕
		ดินขุดด้วยแรงคน	๔๗๕.๐๐	ลบ.ม.	๒๒
		ดินถมด้วยแรงคน	๑๓๐.๐๐	ลบ.ม.	๙
		งานหินก่อ (รวมระยะเวลาขนของ)	๒๐.๐๐	ลบ.ม.	๕
		งานไม้แบบก่อสร้าง	๓๙.๐๐	ตร.ม.	๒
		คอนกรีตหยาบ	๑.๐๐	ลบ.ม.	๑
		คอนกรีตเสริมเหล็ก	๒.๐๐	ลบ.ม.	๑
		งานประกอบท่อส่งน้ำเข้ากับตัวฝาย	๑.๐๐	งาน	๑๕

ตารางที่ ๕ ตารางแจกแจงกิจกรรมย่อยฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสกิจกรรม	กิจกรรม	ปริมาณงาน	หน่วย	ระยะเวลา (วัน)
๓	C	กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๘" ความยาว = ๑,๐๐๐ เมตร			๓๖
		- ดินขุดด้วยแรงคน	๓๐๐.๐๐	ลบ.ม.	๑๐
		- ดินถมด้วยแรงคน	๒๐๐.๐๐	ลบ.ม.	๗
		- งานเสาแสดงแนวท่อ	๔๔.๐๐	ต้น	๕
		- งานวางท่อและประกอบ	๑,๐๐๐.๐๐	ม.	๑๐
		- งานทดสอบระบบส่งน้ำ ทุก ๑,๐๐๐ เมตร	๑.๐๐	ครั้ง	๑
๔	D	กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๖" ความยาว = ๓,๐๐๐ เมตร			๑๓๗
		- ดินขุดด้วยแรงคน	๑,๗๔๐.๐๐	ลบ.ม.	๕๓
		- ดินถมด้วยแรงคน	๑,๑๓๐.๐๐	ลบ.ม.	๓๘
		- งานเสาแสดงแนวท่อ	๑๓๐.๐๐	ต้น	๑๓
		- งานวางท่อและประกอบ	๓,๐๐๐.๐๐	ม.	๓๐
		- งานทดสอบระบบส่งน้ำ ทุก ๑,๐๐๐ เมตร	๓.๐๐	ครั้ง	๓
๕	E	กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๔" ความยาว = ๔๔๔ เมตร			๑๕
		- ดินขุดด้วยแรงคน	๙๐.๐๐	ลบ.ม.	๓
		- ดินถมด้วยแรงคน	๗๐.๐๐	ลบ.ม.	๓
		- งานเสาแสดงแนวท่อ	๒๑.๐๐	ต้น	๓
		- งานวางท่อและประกอบ	๔๔๔.๐๐	ม.	๕
		- งานทดสอบระบบส่งน้ำ ทุก ๑,๐๐๐ เมตร	๑.๐๐	ครั้ง	๑

หมายเหตุ ปริมาณงานที่ทำได้ต่อวัน ได้จากสถิติ

ตารางที่ ๕ ตารางแจกแจงกิจกรรมย่อยฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ (ต่อ)

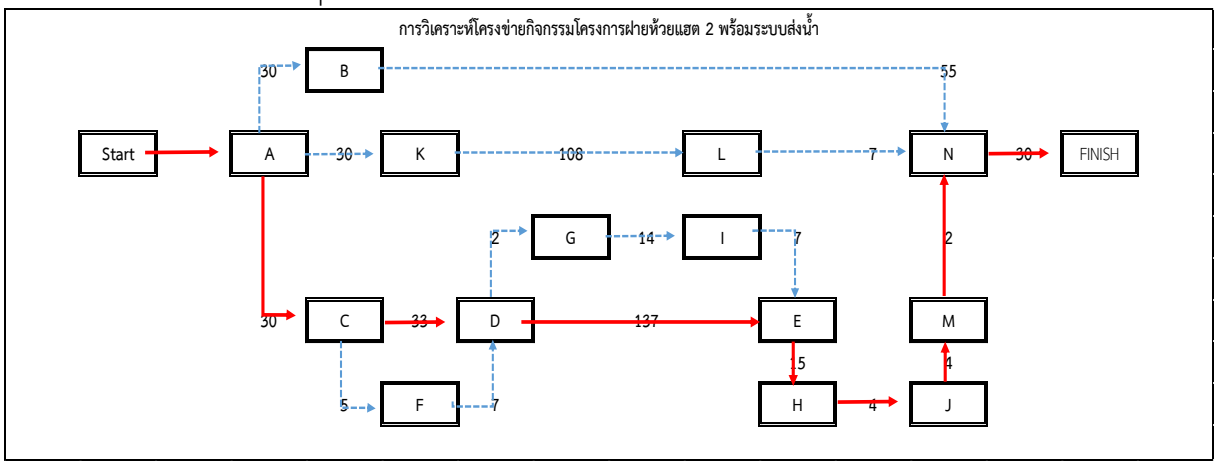
ลำดับ	รหัสกิจกรรม	กิจกรรม	ปริมาณงาน	หน่วย	ระยะเวลา (วัน)
๖	F	งานติดตั้ง Blow Off พร้อมบ่อคอนกรีต ๑ แห่ง (ช่วง กม.๐+๐๐๐ - กม.๑+๐๐๐)			๔
		- งานไม้แบบก่อสร้าง	๑๐.๐๐	ตร.ม.	๑
		- คอนกรีตหยาบ และ คอนกรีตเสริมเหล็ก	๑.๐๐	ลบ.ม.	๒
		- งานประกอบท่อส่งน้ำเข้ากับ Blow Off	๑.๐๐	งาน	๑
๗	G	งานติดตั้ง Blow Off พร้อมบ่อคอนกรีต ๔ แห่ง (ช่วง กม.๑+๐๐๐ - กม.๔+๐๐๐)			๑๔
		- งานไม้แบบก่อสร้าง	๔๐.๐๐	ตร.ม.	๒
		- คอนกรีตหยาบ และ คอนกรีตเสริมเหล็ก	๗.๐๐	ลบ.ม.	๘
		- งานประกอบท่อส่งน้ำเข้ากับ Blow Off	๑.๐๐	งาน	๔
๘	H	งานติดตั้ง Blow Off พร้อมบ่อคอนกรีต ๑ แห่ง (ช่วง กม.๔+๐๐๐ - กม.๔+๔๔๔)			๔
		- งานไม้แบบก่อสร้าง	๑๐.๐๐	ตร.ม.	๑
		- คอนกรีตหยาบ และ คอนกรีตเสริมเหล็ก	๗.๐๐	ลบ.ม.	๒
		- งานประกอบท่อส่งน้ำเข้ากับ Blow Off	๑.๐๐	งาน	๑
๙	I	งาน Air Release valve และบ่อแยก ๔ แห่ง (ช่วง กม.๑+๐๐๐ - กม.๔+๐๐๐)			๗
		- งานไม้แบบก่อสร้าง	๑๐.๐๐	ตร.ม.	๑
		- คอนกรีตหยาบ และ คอนกรีตเสริมเหล็ก	๕.๓๐	ลบ.ม.	๒
		- งานประกอบท่อส่งน้ำเข้ากับ Air release valve	๑.๐๐	งาน	๔
๑๐	J	งาน Air Release valve และบ่อแยก ๑ แห่ง (ช่วง กม.๔+๐๐๐ - กม.๔+๔๔๔)			๔
		- งานไม้แบบก่อสร้าง	๕๐.๐๐	ตร.ม.	๑
		- คอนกรีตหยาบ และ คอนกรีตเสริมเหล็ก	๕.๓๐	ลบ.ม.	๒
		- งานประกอบท่อส่งน้ำเข้ากับ Air release valve	๑.๐๐	งาน	๑

หมายเหตุ ปริมาณงานที่ทำได้ต่อวัน ได้จากสถิติ

ตารางที่ ๕ ตารางแจกแจงกิจกรรมย่อยฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสกิจกรรม	กิจกรรม	ปริมาณงาน	หน่วย	ระยะเวลา (วัน)
๑๑	K	งานถังพักน้ำ ๑๕๐ ลบ.ม. จำนวน ๔ ถัง			๑๐๘
		- ดินขุดด้วยแรงคน	๑,๗๘๐.๐๐	ลบ.ม.	๒๗
		- ดินถมด้วยแรงคน	๗๑๒.๐๐	ลบ.ม.	๑๒
		- งานไม้แบบก่อสร้าง	๙๒.๐๐	ตร.ม.	๔
		- คอนกรีตหยาบ	๒๘.๐๐	ลบ.ม.	๑๐
		- งานเหล็กเสริมคอนกรีต	๔,๙๕๖.๕๒	กก.	๒๐
		- คอนกรีตเสริมเหล็ก	๑๒๘.๐๐	ลบ.ม.	๒๔
		- งานประกอบท่อส่งน้ำเข้ากับถังพักน้ำ	๔.๐๐	งาน	๕
		- งานทาสีรองพื้นปูน	๓๑๓.๙๒	ตร.ม.	๑
		- งานทาสีภายนอก	๓๑๓.๙๒	ตร.ม.	๑
		- งานปลูกหญ้า	๓๕๒.๐๐	ตร.ม.	๔
	ระยะปลายโครงการ				
๑๒	L	งานป้ายที่ตั้งโครงการ	๑.๐๐	งาน	๗
๑๓	M	งานทดสอบระบบส่งน้ำทั้งหมด (ฝาย - ถังน้ำ)	๑.๐๐	งาน	๒
๑๔	N	งานเก็บรายละเอียดต่าง ๆ	๑.๐๐	งาน	๓๐

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ ๕ ไปวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของกิจกรรมย่อยให้เป็นโครงข่ายการทำงาน เพื่อวิเคราะห์หากิจกรรมวิกฤติ



รูปที่ ๙ การวิเคราะห์โครงข่ายกิจกรรมโครงการฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ

จากรูปที่ ๙ การวิเคราะห์โครงข่ายกิจกรรม โครงการฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ เราสามารถคำนวณได้ทั้งหมด จำนวน ๖ โครงข่าย ดังนี้

โครงข่ายที่ ๑ กิจกรรม ABN ระยะเวลา ๑๑๕ วัน
โครงข่ายที่ ๒ กิจกรรม AKLN ระยะเวลา ๑๗๕ วัน
โครงข่ายที่ ๓ กิจกรรม ACDGIEHJMN ระยะเวลา ๑๔๑ วัน
โครงข่ายที่ ๔ กิจกรรม ACFDGIEHJMN ระยะเวลา ๑๑๓ วัน
โครงข่ายที่ ๕ กิจกรรม ACFDEHJMN ระยะเวลา ๒๓๔ วัน
โครงข่ายที่ ๖ กิจกรรม ACDEHJMN ระยะเวลา ๒๕๕ วัน (กิจกรรมวิกฤติ Critical Activity)

จากการวิเคราะห์โครงข่าย จะพบกิจกรรมวิกฤติของโครงการฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำคือ โครงข่ายที่ ๖ ใช้เวลาดำเนินการทั้งหมด ๒๕๕ วัน หรือประมาณ ๘.๕ เดือน ได้แก่

กิจกรรม A งานถางป่าขุดตอและปรับพื้นที่ก่อสร้าง ๕ ไร่ (๓๐ วัน)
กิจกรรม C กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๘" ความยาว = ๑,๐๐๐ เมตร (๓๓ วัน)
กิจกรรม D กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๖" ความยาว = ๓,๐๐๐ เมตร (๑๓๗ วัน)
กิจกรรม E กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๔" ความยาว = ๔๔๔ เมตร (๑๕ วัน)
กิจกรรม H งานติดตั้ง Blow Off พร้อมบ่อคอนกรีต ๑ แห่ง (ช่วง กม.๔+๐๐๐ - กม.๔+๔๔๔) (๔ วัน)
กิจกรรม J งาน Air Release valve และบ่อแยก ๑ แห่ง (ช่วง กม.๔+๐๐๐ - กม.๔+๔๔๔) (๔ วัน)
กิจกรรม M งานทดสอบระบบส่งน้ำทั้งหมด (ฝาย - ถังน้ำ) (๒ วัน)
กิจกรรม N งานเก็บรายละเอียดต่าง ๆ (๓๐ วัน)

กิจกรรมที่สามารถดำเนินการล่าช้าได้ และจะไม่มีผลกระทบต่อระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการจากการวิเคราะห์โครงข่ายทั้งหมด ๕ โครงข่าย คือ โครงข่ายที่ ๑ – ๖

โครงข่ายที่ ๑ กิจกรรม ABN	ระยะเวลา ๑๑๕ วัน	สามารถขยายได้อีก ๑๔๐ วัน
โครงข่ายที่ ๒ กิจกรรม AKLN	ระยะเวลา ๑๗๕ วัน	สามารถขยายได้อีก ๘๐ วัน
โครงข่ายที่ ๓ กิจกรรม ACDGIEHJMN	ระยะเวลา ๑๔๑ วัน	สามารถขยายได้อีก ๑๑๔ วัน
โครงข่ายที่ ๔ กิจกรรม ACFDGIEHJMN	ระยะเวลา ๑๑๓ วัน	สามารถขยายได้อีก ๑๔๒ วัน
โครงข่ายที่ ๕ กิจกรรม ACFDEHJMN	ระยะเวลา ๒๓๔ วัน	สามารถขยายได้อีก ๒๑ วัน

เมื่อนำมาเทียบกับแผนที่หน่วยงานวางแผนการปฏิบัติงานที่วางแผนไว้ ๓๓๐ วัน หรือ ๑๑ เดือน สามารถวางแผนการดำเนินงานเสร็จเร็วขึ้น ๗๕ วัน หรือประมาณ ๒.๕ เดือน

จากการคำนวณถึงแม้จะแสดงกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการว่าจะใช้เวลาดำเนินงาน ๒๖๗ วัน แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนเกี่ยวกับเวลาทำงานของงานต่าง ๆ ดังนั้นถ้าการดำเนินงานของงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิกฤติสร็จช้ากว่าเวลาเฉลี่ย (Te) ก็จะทำให้กำหนดแล้วเสร็จของโครงการเปลี่ยนแปลงไปด้วยหรือกล่าวได้ว่า ความเบี่ยงเบนของงานวิกฤตจะมีผลต่อกำหนดแล้วเสร็จของโครงกร การคำนวณข่ายงานแบบ PERT จึงคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการ (Project Standard Deviation) จากงานวิกฤตดังตารางที่ ๖

ตารางที่ ๖ ตารางคำนวณเวลาเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน

ลำดับ	รหัส	กิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)			Te	σ^2
			เร็วสุด (a)	เฉลี่ย (m)	ช้าสุด (b)		
๑	A	งานถางป่าขุดตอและปรับพื้นที่ก่อสร้าง ๕ ไร่	๒๘	๓๐	๓๒	๒๙.๙	๐.๓๔*
๒	B	งานฝายทดน้ำขนาด ยาว ๑๐ เมตร สูง ๒ เมตร	๕๒	๕๕	๕๘	๕๕.๐	๐.๙๒
๓	C	กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๘" ความยาว = ๑,๐๐๐ เมตร	๓๑	๓๓	๓๕	๓๒.๙	๐.๓๗*
๔	D	กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๖" ความยาว = ๓,๐๐๐ เมตร	๑๓๐	๑๓๗	๑๔๔	๑๓๗.๐	๕.๓๓*
๕	E	กิจกรรมท่อส่งน้ำ ขนาดท่อ Dia.๔" ความยาว = ๔๔๔ เมตร	๑๔	๑๕	๑๖	๑๕.๐	๐.๐๙*
๖	F	งานติดตั้ง Blow Off พร้อมบ่อคอนกรีต ๑ แห่ง (ช่วง กม.๐+๐๐๐ - กม.๑+๐๐๐)	๓	๔	๔	๓.๙	๐.๐๔*
๗	G	งานติดตั้ง Blow Off พร้อมบ่อคอนกรีต ๔ แห่ง (ช่วง กม.๑+๐๐๐ - กม.๔+๐๐๐)	๑๓	๑๔	๑๕	๑๔.๐	๐.๐๘
๘	H	งานติดตั้ง Blow Off พร้อมบ่อคอนกรีต ๑ แห่ง (ช่วง กม.๔+๐๐๐ - กม.๔+๔๔๔)	๓	๔	๔	๓.๙	๐.๐๔*
๙	I	งาน Air Release valve และบ่อแยก ๔ แห่ง (ช่วง กม.๑+๐๐๐ - กม.๔+๐๐๐)	๖	๗	๗	๖.๙	๐.๐๕
๑๐	J	งาน Air Release valve และบ่อแยก ๑ แห่ง (ช่วง กม.๔+๐๐๐ - กม.๔+๔๔๔)	๓	๔	๔	๓.๙	๐.๐๔*
๑๑	K	งานถังพักน้ำ ๑๕๐ ลบ.ม. จำนวน ๔ ถัง	๑๐๒	๑๐๘	๑๑๓	๑๐๗.๙	๓.๖๑
๑๒	L	งานป้ายที่ตั้งโครงการ	๖	๗	๗	๖.๙	๐.๐๕
๑๓	M	งานทดสอบระบบส่งน้ำทั้งหมด (ฝาย - ถังน้ำ)	๑	๒	๒	๑.๙	๐.๐๓*
๑๔	N	งานเก็บรายละเอียดต่าง ๆ	๒๘	๓๐	๓๒	๒๙.๙	๐.๓๔*

*กิจกรรมวิกฤติ

จากการวิเคราะห์โครงข่ายกิจกรรมวิกฤติ คือ กิจกรรม ACDEHJMN ระยะเวลา ๒๖๗ วัน

ผลรวมค่าเวลาเฉลี่ย $Te = \frac{a+4m+b}{6}$ เฉพาะกิจกรรมวิกฤต

Te = ๒๕๔.๒๙ วัน

ผลรวมค่าความแปรปรวน

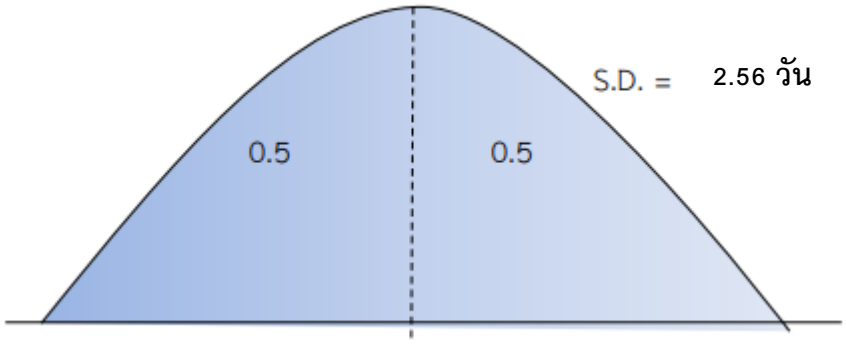
$$\sigma^2[Project] = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma^2[Critical\ Activity]}$$

$$= \sqrt{0.34 + 0.37 + 5.33 + 0.09 + 0.04 + 0.04 + 0.04 + 0.03 + 0.34}$$

$$= \sqrt{6.58} \quad = 2.56 \text{ วัน}$$

นำไปคำนวณส่วนเบี่ยงเบนค่ามาตรฐาน

ข้อมูลคำเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการจะช่วยในการตัดสินใจปัญหาเกี่ยวกับโอกาสที่จะบริหารโครงการให้เสร็จตามกำหนด โดยมีสมมติฐานที่สำคัญ คือ เวลาแล้วเสร็จของโครงการ มีการกระจายแบบปกติและเวลาทำงานของงานต่าง ๆ เป็นอิสระต่อกัน สามารถแสดงกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการได้ดังรูปที่ ๑๐



รูปที่ ๑๐ แสดงกาหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

จากรูปที่ ๑๐ แสดงว่ามีโอกาส ๕๐% ที่จะทำโครงการนี้ให้เสร็จภายในเวลา ๒๕๔.๒๙ วัน และมีโอกาส ๕๐% ที่จะทำโครงการนี้เสร็จโดยใช้เวลาเกิน ๒๕๔.๒๙ วัน ถ้าโครงการฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำแห่งนี้จะก่อสร้างให้เสร็จภายใน ๒๕๕ วัน ตามแผนที่กำหนดไว้ จะมีความน่าจะเป็นของโครงการที่จะเสร็จในเวลาที่กำหนด ดังนี้

$$z = \frac{\text{เวลาที่กำหนด} - \text{เวลาเฉลี่ย}}{S.D._{\text{โครงการ}}}$$

$$z = \frac{255 - 254.29}{2.56}$$

$$z = 0.28$$

จากตารางการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ค่าความน่าจะเป็นที่ Z = ๐.๒๘ เท่ากับ ๐.๖๑๐๓ กล่าวได้ว่ามีโอกาสประมาณ ๖๑.๐๓% ที่จะทำโครงการนี้เสร็จกายใน ๒๖๗ วัน

สรุป ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโครงการฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำแห่งนี้

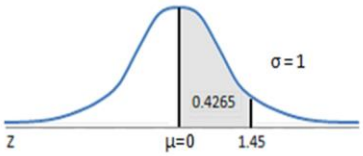
๑. โครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินงานโดยเฉลี่ย ๒๕๔.๒๙ วัน

๒. โอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จได้ภายในกำหนด ๒๕๕ วัน เท่ากับ ๖๑.๐๓%

๓. งานวิกฤต คือ งาน A, C, D, E, H, J, M และ N ซึ่งถ้ามีเหตุให้เสร็จช้ากว่ากำหนดจะทำให้โครงการเสร็จช้าไปด้วย

Areas Under the One-Tailed Standard Normal Curve

This table provides the area between the mean and some Z score.
For example, when Z score = 1.45 the area = 0.4265.



Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

รูปที่ ๑๑ การใช้ตารางแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการเร่งรัดงาน

ในการนำแผนการดำเนินโครงการที่จัดไว้ไปดำเนินงานนั้น ในบางกรณีก็มีความจำเป็นต้องมีการเร่งรัดโครงการให้เสร็จเร็วขึ้นกว่าที่มีการคาดหมายไว้ หรือ ระหว่างการดำเนินงานโครงการ พบว่า บางงานมีปัญหาล่าช้าส่งผลกระทบกำหนดเวลาของงานอื่นรวมทั้งทำให้กำหนดเสร็จสิ้นโครงการล่าช้าไปด้วย ซึ่งอาจเกิดความเสียหาย เช่น ถูกปรับทั้งนี้หากต้องการให้โครงการเสร็จเร็วขึ้นก็ต้องเร่งตรงกิจกรรมวิกฤตนั่นเอง อย่างไรก็ตามการเร่งงานอาจนำไปสู่คำใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น โดยอาจจะอยู่ในรูปของค่าวัสดุพิเศษ ค่าล่วงเวลาของพนักงานเป็นต้น ดังนั้นการตัดสินใจเกี่ยวกับการเร่งงานต้องคำนึงถึงคำใช้จ่ายโดยรวมด้วย ดังนั้นผู้บริหารโครงการต้องสามารถตัดสินใจว่าควรเร่งงานใดเพื่อให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด คือ โครงการเสร็จเร็วขึ้นตามที่ต้องการโดยที่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นให้น้อยที่สุดในการเร่งโครงการจึงต้องมีข้อมูลต่าง ๆ ต่อไปนี้

๑. เวลาดำเนินงานตามปกติ (Norma Time, T.) คือ เวลาดำเนินงานที่ประมาณไว้ในขั้นตอนการวางแผน ในที่นี้กำหนดให้เป็นเวลาดำเนินการที่หน่วยงานวางแผนไว้ (แผน ๑๑ เดือน)

๒. เวลาดำเนินงานอย่างเร่งรัด (Crash Time, T) คือ ระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่จะเร่งงานนั้น ๆ ได้ ในที่นี้กำหนดให้เป็นเวลาดำเนินการที่เร่งรัดจากแผนปฏิบัติงานที่หน่วยงานกำหนดไว้ (แผน ๙ เดือน)
โดยกิจกรรมที่เร่งรัดก็เป็นกิจกรรมวิกฤตได้แก่

๑.กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๘ นิ้ว (แผน ๙ เดือน เร่งรัด ๒ เดือน ต่างกัน ๗ เดือน)

๒.กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๖ นิ้ว (แผน ๙ เดือน เร่งรัด ๕ เดือน ต่างกัน ๔ เดือน)

๓.กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๔ นิ้ว (แผน ๓ เดือน เร่งรัด ๑ เดือน ต่างกัน ๒ เดือน)

๔.กิจกรรมอาคาร Blow Off ขนาด ๔ นิ้ว (แผน ๓ เดือน เร่งรัด ๑ เดือน ต่างกัน ๒ เดือน)

๕.กิจกรรม AIR RELEASE VALVE ขนาด ๑ นิ้ว (แผน ๓ เดือน เร่งรัด ๑ เดือน ต่างกัน ๒ เดือน)

๖.ค่าอำนวยการและค่าดำเนินงาน (แผน ๑๑ เดือน เร่งรัด ๙ เดือน ต่างกัน ๒ เดือน)
ตัวอย่างการลดค่าใช้จ่าย กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๘ นิ้ว มีจำนวน ๓ งานที่ลดค่าใช้จ่ายจากการที่เร่งรัดงานและเร่งค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งรัด

-กิจกรรมงานดินขุดด้วยแรงคน เดิมหน่วยงานวางแผนแรงงาน ๘ คน ๑๘ วัน แต่แผนงานเร่งรัดเพิ่มแรงงานเป็น ๑๕ คน ๑๐ วัน เพิ่มค่าใช้จ่าย ๒๓,๖๔๙.๕๐ บาท

-กิจกรรมงานดินถมด้วยแรงคน เดิมหน่วยงานวางแผนแรงงาน ๔ คน ๑๗ วัน แต่แผนงานเร่งรัดเพิ่มแรงงานเป็น ๑๐ คน ๗ วัน เพิ่มค่าใช้จ่าย ๑๔,๑๘๙.๗๐ บาท

-กิจกรรมค่าแรงขนส่งและประกอบท่อส่งน้ำ เดิมหน่วยงานวางแผนติดตั้งท่อส่งน้ำวันละ ๘๐ เมตร/วัน แต่แผนงานเร่งรัดเพิ่มวางแผนติดตั้งท่อส่งน้ำวันละ ๑๐๐ เมตร/วัน เพิ่มค่าใช้จ่าย ๑๔,๑๘๙.๗๐ บาท
ดังสรุปการลดค่าใช้จ่ายและค่าเร่งรัดการทำงานได้ตามตารางที่ ๗

ตารางที่ ๗ ตารางแสดงการลดค่าใช้จ่ายจากการเร่งรัดการดำเนินงาน

ลำดับ	กิจกรรม	วงเงิน	ลดค่าใช้จ่าย	ค่าเร่งงาน	สุทธิ	หมายเหตุ
๑	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๘ นิ้ว					
	- ดินขุดด้วยแรงคน	๕๖,๖๗๙.๐๐	๔๔,๐๘๓.๖๗	๒๓,๖๔๙.๕๐	๒๐,๔๓๔.๑๗	เพิ่ม ๗ คน ๑๐ วัน
	- ดินถมด้วยแรงคน	๗๕,๕๗๐.๐๐	๕๘,๗๗๖.๖๗	๑๔,๑๘๙.๗๐	๔๔,๕๘๖.๙๗	เพิ่ม ๖ คน ๗ วัน
	- ค่าแรงขนส่งและประกอบ	๒๐๑,๒๐๑.๔๕	๑๕๖,๔๙๐.๐๒	๔๐,๒๔๐.๒๙	๑๑๖,๒๔๙.๗๓	วางท่อเพิ่ม ๒๐ ม./วัน
	รวมลดค่าใช้จ่าย ๕๔.๓๖ %	๓๓๓,๔๕๐.๔๕	๒๕๙,๓๕๐.๓๕	๗๘,๐๗๙.๔๙	๑๘๑,๒๗๐.๘๖	
๒	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๖ นิ้ว					
	- ดินขุดด้วยแรงคน	๓๒๘,๗๓๘.๒๐	๑๔๖,๑๐๕.๘๗	๘๙,๕๓๐.๒๕	๕๖,๕๗๕.๖๒	เพิ่ม ๕ คน ๕๓ วัน
	- ดินถมด้วยแรงคน	๔๒๖,๙๗๐.๕๐	๑๘๙,๗๖๔.๖๗	๖๔,๑๙๑.๕๐	๑๒๕,๕๗๓.๑๗	เพิ่ม ๕ คน ๓๘ วัน
	- ค่าแรงขนส่งและประกอบ	๓๒๔,๓๐๗.๘๐	๑๔๔,๑๓๖.๘๐	๖๔,๘๖๑.๕๖	๗๙,๒๗๕.๒๔	วางท่อเพิ่ม ๒๐ ม./วัน
	รวมลดค่าใช้จ่าย ๒๔.๒๑ %	๑,๐๘๐,๐๑๖.๕๐	๔๘๐,๐๐๗.๓๓	๒๑๘,๕๘๓.๓๑	๒๖๑,๔๒๔.๐๒	
๓	กิจกรรมวางท่อส่งน้ำขนาด ๔ นิ้ว					
	- ดินขุดด้วยแรงคน	๑๗,๐๐๓.๗๐	๑๑,๓๓๕.๘๐	๑๐,๑๓๕.๕๐	๑,๒๐๐.๓๐	เพิ่ม ๓ คน ๑๐ วัน
	- ดินถมด้วยแรงคน	๒๖,๔๔๙.๕๐	๑๗,๖๓๓.๐๐	๗,๐๙๔.๘๕	๑๐,๕๓๘.๑๕	เพิ่ม ๓ คน ๗ วัน
	- ค่าแรงขนส่งและประกอบ	๒๑,๙๐๑.๓๒	๑๔,๖๐๐.๘๘	๔,๓๘๐.๒๖	๑๐,๒๒๐.๖๒	วางท่อเพิ่ม ๒๐ ม./วัน
	รวมลดค่าใช้จ่าย ๓๓.๖ %	๖๕,๓๕๔.๕๒	๔๓,๕๖๙.๖๘	๒๑,๖๑๐.๖๑	๒๑,๙๕๙.๐๗	
๔	กิจกรรมอาคาร Blow Off ขนาด ๔ นิ้ว					
	ค่าแรงไม้แบบ	๖,๘๑๖.๑๔	๔,๕๔๔.๐๙		๔,๕๔๔.๐๙	
	งานคอนกรีต	๘,๒๐๒.๐๐	๕,๔๖๘.๐๐		๕,๔๖๘.๐๐	
	- ค่าแรงขนส่งและประกอบ	๑๕,๑๙๐.๒๐	๑๐,๑๒๖.๘๐	๕,๐๖๗.๗๕	๕,๐๕๙.๐๕	เพิ่ม ๓ คน ๕ วัน
	รวมลดค่าใช้จ่าย ๔๙.๘๙ %	๓๐,๒๐๘.๓๔	๒๐,๑๓๘.๘๙		๑๕,๐๗๑.๑๔	
๕	กิจกรรม AIR RELEASE VALVE ขนาด ๑ นิ้ว					
	ค่าแรงไม้แบบ	๕,๕๘๗.๐๐	๓,๗๒๔.๖๗		๓,๗๒๔.๖๗	
	งานคอนกรีต	๖,๐๙๔.๐๔	๔,๐๖๒.๖๙		๔,๐๖๒.๖๙	
	- ค่าแรงขนส่งและประกอบ	๕,๓๒๒.๑๕	๓,๕๔๘.๑๐	๓,๐๔๐.๖๕	๕๐๗.๔๕	เพิ่ม ๓ คน ๓ วัน
	รวมลดค่าใช้จ่าย ๔๘.๗๘ %	๑๗,๐๐๓.๑๙	๑๑,๓๓๕.๔๖		๘,๒๙๔.๘๑	
๖	ค่าอำนวยการและค่าดำเนินงาน					
	ค่าอำนวยการ	๗๓๔,๓๑๐.๖๘				
	แยกเป็นของ สชป.๒	๒๒๐,๒๐๐.๐๐				
	คงเหลือค่าอำนวยการ	๕๑๔,๑๑๐.๖๘				
	ค่าแรงคิดเป็น ๓๐%	๑๕๔,๒๓๓.๒๐	๒๘,๐๔๒.๔๐		๒๘,๐๔๒.๔๐	
	รวมลดค่าใช้จ่าย ๑๘.๑๘ %	๑๕๔,๒๓๓.๒๐	๒๘,๐๔๒.๔๐		๒๘,๐๔๒.๔๐	
	รวมลดค่าใช้จ่ายทั้งหมด ๖.๐๕ %			**๓๒๖,๓๘๑.๘๑**	**๕๔๔,๑๐๔.๗๐**	

จากตารางที่ ๗ เมื่อวางแผนเร่งรัดการดำเนินงานจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม เป็นวงเงิน ๓๒๖,๓๘๑.๘๑ บาท แต่สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ถึง ๕๔๔,๑๐๔.๗๐ บาท คิดเป็นร้อยละ ๖.๐๕ ของวงเงินงบประมาณทั้งหมด (งบประมาณทั้งหมด ๙,๐๐๐,๐๐๐ บาท)

นำสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ PERT/CPM เสนอผู้บริหารเพื่อเป็นแนวทางการวางแผนปฏิบัติงานในงานก่อสร้างประเภทระบบประปาภูเขาให้เร็วขึ้นได้

๕.สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เปรียบเทียบการวางแผนการปฏิบัติงานก่อสร้างโดยวิธีการบริหารโครงข่าย PERT/CPM กับแผนการดำเนินงานของหน่วยงานรับผิดชอบการก่อสร้าง ฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำ และนำไปคิดค่างบประมาณที่เกิดจากการเร่งรัดการดำเนินการก่อสร้างว่าเพิ่มขึ้น/ลดลง และคุ้มค่าการเร่งรัดหรือไม่ โดยจากการวิเคราะห์โครงข่าย จะพบกิจกรรมวิกฤติของโครงการฝายห้วยแฮต ๒ พร้อมระบบส่งน้ำสามารถดำเนินการก่อสร้าง ๒๕๕ วัน หรือประมาณ ๘.๕ เดือน เร็วกว่าแผนงานที่หน่วยงานวางแผนไว้ที่ ๓๓๐ วัน หรือ ๑๑ เดือน อยู่ ๗๕ วัน หรือประมาณ ๒.๕ เดือน และสามารถลดค่าใช้จ่ายลงเป็นวงเงิน ๕๔๔,๑๐๔.๗๐ บาท คิดเป็นร้อยละ ๖.๐๕ ของวงเงินงบประมาณทั้งหมด (งบประมาณทั้งหมด ๙,๐๐๐,๐๐๐ บาท) ซึ่งการวิธีวิเคราะห์โครงข่ายแบบ PERT หรือ CPM สามารถแสดงให้เห็นชัดเจนว่ากิจกรรมใดล่าช้าแล้วจะกระทบเวลาแล้วเสร็จของโครงการ หรือกิจกรรมใดล่าช้าแล้วจะไม่กระทบเวลาแล้วเสร็จของโครงการ รวมทั้งแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหรืองานต่าง ๆ อย่างชัดเจนและวิเคราะห์กิจกรรมวิกฤติของโครงการเพื่อที่จะต้องควบคุมให้เป็นไปตามกำหนดของแผนงาน ถ้ากิจกรรมหรืองานเหล่านี้ล่าช้าจะทำให้โครงการแล้วเสร็จล่าช้าไปด้วย โดยจะช่วยให้หน่วยงานสามารถพิจารณาการเร่งรัดการดำเนินงานที่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องแล้วทำให้โครงการแล้วเสร็จคุ้มค่าในการเร่งรัดกิจกรรมที่สุด และสามารถนำวิธีการวิเคราะห์โครงข่ายแบบ PERT/CPM ไปประยุกต์ใช้ตรวจสอบการวางแผนงานในกิจกรรมงานจ้างเหมาของผู้รับจ้าง เพื่อเร่งรัดการดำเนินงานก่อสร้างได้ พร้อมทั้งเป็นข้อมูลเชิงวิชาการให้กับผู้บังคับบัญชา หรือ ผู้บริหารในการบริหารงานและงบประมาณต่อไป