



วิทยานิพนธ์

ระบบการประเมินความก้าวหน้าโครงการสำหรับงานก่อสร้างถนน

PROJECT SCHEDULE EVALUATION SYSTEM FOR ROAD CONSTRUCTION

นายวรพันธ์ แก้วพิทยาภรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๐



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา

สาขา

วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา

เรื่อง ระบบการประเมินความก้าวหน้าโครงการสำหรับงานก่อสร้างถนน

Project Schedule Evaluation System for Road Construction

นามผู้วิจัย นายวรพันธ์ แก้วพิทยาภรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนีรัตน์ กุศลาศัย, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธาริน สถาปิตานนท์, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วัชรินทร์ วิทยกุล, M.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์วรากร ไม้เรียง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจจงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบการประเมินความก้าวหน้าโครงการสำหรับงานก่อสร้างถนน

Project Schedule Evaluation System for Road Construction

โดย

นายวรพันธ์ แก้วพิทยาภรณ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2550

วรินทร์ แก้วพิทยาภรณ์ 2550: ระบบการประเมินความก้าวหน้าโครงการสำหรับงาน
ก่อสร้างถนน ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรม
โยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สุนีรัตน์ กุศลาศัย, Ph.D. 111 หน้า

การประเมินสถานการณ์โครงการก่อสร้างถนนมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจาก
โครงการก่อสร้างถนนส่วนใหญ่มีระยะเวลาของการดำเนินการที่ค่อนข้างยาวและมีความเสี่ยงต่อ
การเปลี่ยนแปลง และความไม่แน่นอนซึ่งมีผลกระทบต่อต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ดังนั้น
การประเมินสถานการณ์โครงการขณะทำการก่อสร้างจึงมีความสำคัญอย่างมากเพื่อที่ผู้ควบคุมงาน
จะสามารถทำการปรับแผนงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับประเมินสถานการณ์ของ
โครงการก่อสร้างถนนขณะทำการก่อสร้าง เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีการใช้โปรแกรม Microsoft
Office กันอย่างแพร่หลาย ในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมประเมินสถานการณ์การก่อสร้างบน
Microsoft Access 2003 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มีมาพร้อมกับโปรแกรม Microsoft Office และโปรแกรม
ได้ถูกพัฒนาให้ใช้งานสะดวกโดยการติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางหน้าต่างแสดงผล (Graphic User
Interface,(GUI))

จากการบันทึกข้อมูลปริมาณการก่อสร้างที่แล้วเสร็จ โปรแกรมจะประเมินสถานการณ์
ของโครงการว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้หรือไม่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้
โดยจะแสดงออกมาเป็นค่าความคลาดเคลื่อนในสาเหตุต่างๆ ดังนี้คือ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก
วันเริ่มต้นการทำงานจริงไม่เป็นไปตามแผนงาน ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานไม่
เป็นไปตามแผนงาน และอัตราการทำงานไม่เป็นไปตามแผนงานที่กำหนด

Worapan Kaewpitthayaporn 2007: Project Schedule Evaluation System for Road Construction. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Thesis Advisor: Assistant Professor Suneerat Kusalsai, Ph.D. 111 pages.

Most of road construction projects have a long-term process and contain a high degree of uncertainty which can affect project cost and time. Therefore, project evaluation become necessary and is widely used to update and control the project so that the variation is minimum.

The objective of this thesis is to develop the program that can evaluate the performance of a road construction project during its constructing process. Since Microsoft Office is a program that each organization uses widely, the Evaluation program is written on Microsoft Access2003, which is part of Microsoft Office, for easily use by connecting through the result window (Graphic User Interface, (GUI)).

Given actual quantity of work perform the program can help on engineer to evaluate the performance of each activity. The variances will be shown in monetary units as the total schedule variance. The schedule variance due to changes in work quantity, the schedule variance due to the difference in starting date, and The schedule variance due to changes in productivity rate.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

___ / ___ / ___

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนีรัตน์ กุศลลาศัย ประธาน
กรรมการที่ปรึกษาที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนการให้
คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.สุธาริน สถาปิตานนท์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ วิชรินทร์ วิทยกุล
กรรมการที่ปรึกษาวิชาการและ อ.ดร. อติชัย พรพรหมมินทร์ อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่
กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

วรพันธ์ แก้วพิทยาภรณ์

มีนาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์ คำย่อ และอักษรที่ใช้ในโปรแกรม	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตของการศึกษา	4
การตรวจเอกสาร	5
รูปแบบของสัญญาก่อสร้าง	5
สาเหตุของความคลาดเคลื่อนในงานก่อสร้างถนน	7
แนวทางการป้องกันความล่าช้าของโครงการ	8
วิธีการประเมินและควบคุมโครงการก่อสร้าง	9
อุปกรณ์และวิธีการ	31
อุปกรณ์	31
วิธีการ	31
ผลการศึกษาและการวิจารณ์	32
ผลการศึกษา	32
ผังการทำงานส่วนของโปรแกรม	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	52
สรุป	52
ข้อเสนอแนะ	52
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	53
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก ข้อมูลโครงการสำหรับใช้คำนวณทดสอบโปรแกรม	57
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลโครงการ	61
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งานโปรแกรม	78

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่		หน้า
ก 1	แสดงปริมาณงานคาดการณ์ (Up)	58
ก 2	แสดงส่วนการวางแผนการทำงาน	59
ก 3	แสดงส่วนปริมาณงานสะสมที่ทำได้จริง (Ua)	60
ข 1	แสดงตัวอย่างข้อมูลสำหรับการคำนวณ	62
ข 2	แสดงปริมาณงานคาดการณ์ (Up)	62
ข 3	แสดงส่วนการวางแผนการทำงานของกิจกรรมตัวอย่าง	63
ข 4	แสดงส่วนปริมาณงานสะสมที่ทำได้จริงในแต่ละช่วงเวลา	63
ข 5	สรุปค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนต่างๆ	69
ข 6	แสดงผลลัพธ์ค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้จากโปรแกรม	75
ข 7	แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเริ่มต้นงาน Vs_start	76
ข 8	แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงาน $Vs_quantity$	76
ข 9	แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงาน Vs_rate	76
ข 10	แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนรวมของแต่ละกิจกรรม Vs_total	76
ค 1	ทรัพยากรที่จำเป็นในการประมวลผลโปรแกรม	82
ค 2	แสดงปริมาณงานคาดการณ์ (Up)	107
ค 3	แสดงส่วนแผนการทำงานที่กำหนดไว้	108
ค 4	แสดงส่วนการบันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริงสะสม (Ua)	109
ค 5	แสดงผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม	110

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการ Plot ค่า <i>SPI</i> สำหรับประเมินโครงการ	11
2	แสดงการ Plot ค่า <i>CPI</i> สำหรับประเมินโครงการ	12
3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความก้าวหน้าของการทำงาน	14
4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและค่าใช้จ่ายของโครงการ	14
5	แสดงส่วนประกอบของชั้นถนน	18
6	แสดงการจำแนกประเภทถนนตามวัสดุชั้นพื้นทาง	19
7	แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมภาพรวม	36
8	แผนผังแสดงรายละเอียดการทำงานโปรแกรมส่วนนำเข้าข้อมูล	37
9	แผนผังแสดงรายละเอียดการทำงานโปรแกรมส่วนคำนวณ	42
10	แสดงการหาค่าเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจริง	46
11	แผนผังแสดงรายละเอียดการทำงานโปรแกรมส่วนแสดงผล	49

ภาพผนวกที่

ข 1	ตัวอย่างข้อมูลโครงการแสดงกิจกรรม 4 กิจกรรม	67
ข 2	แสดงค่าตัวแปร <i>Db</i>	67
ข 3	แสดงค่าตัวแปร <i>Da</i>	68
ข 4	แสดงค่าตัวแปร <i>Ds</i>	68
ค 1	แสดงการเรียกใช้งานโปรแกรม	83
ค 2	แสดงหน้าต่างสำหรับเรียกใช้งาน	83
ค 3	แสดงหน้าต่างสำหรับแนะนำโปรแกรม	84
ค 4	แสดงหน้าต่างหลักสำหรับควบคุมโปรแกรมแผนงาน	84
ค 5	ฟอร์มแสดงรายละเอียดโครงการ	85
ค 6	แสดงหน้าต่างสำหรับนำเข้าข้อมูลเบื้องต้น / วันเริ่มงานจริง / วันแล้วเสร็จจริง	85
ค 7	แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดปฏิทินวันหยุดพิเศษ	86

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ค 8	แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดแผนการทำงาน	86
ค 9	แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกตรวจสอบข้อมูลนำเข้าแบบตาราง	87
ค 10	แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกกิจกรรมที่ต้องการ	87
ค 11	แสดงหน้าต่างสำหรับนำเข้าปริมาณแต่ละกิจกรรมตามแผนงาน	88
ค 12	แสดงหน้าต่างการตรวจสอบการนำเข้าแผนงานแบบช่วงเวลา	88
ค 13	แสดงหน้าต่างการตรวจสอบการนำเข้าแผนงานแบบวันที่	89
ค 14	แสดงหน้าต่างการบันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริง	89
ค 15	แสดงหน้าต่างการเลือกการแสดงผลแบบตาราง	90
ค 16	แสดงหน้าต่างการเลือกแสดงผลแบบตารางช่วงเวลา	90
ค 17	แสดงหน้าต่างการเลือกแสดงผลแบบตารางวันที่	91
ค 18	แสดงหน้าต่างการแสดงผลแบบตารางวันที่	91
ค 19	แสดงหน้าต่างการนำเข้าปริมาณงานคาดการณ์	92
ค 20	หน้าต่างแสดงข้อมูลแบบตารางช่วงเวลา	92
ค 21	แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกแสดงผลปริมาณงานคาดการณ์แบบวันที่	93
ค 22	หน้าต่างแสดงปริมาณงานคาดการณ์แบบตารางวันที่	93
ค 23	แสดงหน้าต่างการกำหนดวันทำการประเมินโครงการ	94
ค 24	แสดงหน้าต่างหลักสำหรับใช้คำนวณ	94
ค 25	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 1	95
ค 26	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 2	95
ค 27	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 3	96
ค 28	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 4	96
ค 29	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 5	97
ค 30	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 6	97
ค 31	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 7	98
ค 32	แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 8	98
ค 33	แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกวันหยุดทำงาน	99
ค 34	หน้าต่างแสดงผลสำหรับประเมินผลแบบหยุดทำงานวันเสาร์ – อาทิตย์	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ค 35	หน้าต่างแสดงผลสำหรับประเมินผลแบบหยุดทำงานวันอาทิตย์	100
ค 36	ฟอร์มแสดงผลสำหรับตรวจสอบค่าการคำนวณ	100
ค 37	ฟอร์มสำหรับการเลือกทำการประเมินผลแบบย้อนหลัง	101
ค 38	แสดงกล่องสอบถามเลือกช่วงเวลาปริมาณงานทำได้จริง	101
ค 39	แสดงกล่องสอบถามเลือกช่วงเวลาปริมาณงานคาดการณ์	102
ค 40	แสดงกล่องสอบถามสำหรับเลือกช่วงเวลาของปริมาณงานคาดการณ์	102
ค 41	ฟอร์มสำหรับใช้ตรวจสอบค่าการคำนวณแบบย้อนหลัง	103
ค 42	แสดงรายงานทั่วไปของโครงการ	103
ค 43	แสดงผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน	104
ค 44	รายงานแสดงผลค่าความคลาดเคลื่อนแบบแยกสาเหตุ	105
ค 45	หน้าเมนูสำหรับดูกราฟความก้าวหน้าหน้าโครงการ	105
ค 46	รายงานผลความก้าวหน้าโครงการแบบกราฟ	106
ค 47	หน้าต่างยืนยันการเลิกใช้งานโปรแกรม	106

คำอธิบายสัญลักษณ์ คำย่อ และสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม

<i>a</i>	=	ค่าที่เกิดขึ้นจริง ณ.วันที่พิจารณา
<i>Activity</i>	=	ชื่องานย่อย
<i>As_date</i>	=	วันเริ่มต้นทำงานจริง
<i>Af_date</i>	=	วันที่ทำงานเสร็จจริงของกิจกรรม
<i>b</i>	=	งบประมาณที่ต้องการเพื่อให้โครงการแล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์
<i>BCWP</i>	=	งบประมาณหรือมูลค่าของงานที่ทำได้จริง ณ.วันที่พิจารณา
<i>BCWS</i>	=	งบประมาณหรือมูลค่าของงานที่ควรทำได้ตามแผนงาน ณ.วันที่พิจารณา
<i>Code_p</i>	=	รหัสจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณของโปรแกรม
<i>Cb</i>	=	งบประมาณตามที่วางแผนไว้ของแต่ละกิจกรรม
<i>Cp</i>	=	จำนวนเงินคาดการณ์
<i>Da</i>	=	จำนวนวันตั้งแต่เริ่มงานจริงถึงวันแล้วเสร็จของงานกรณีงานแล้วเสร็จ หรือถึงวันทำการประเมิน กรณีงานยังไม่แล้วเสร็จ
<i>Db</i>	=	จำนวนวันตามแผนงานของกิจกรรมย่อย
<i>Ds</i>	=	ช่วงเวลาจากวันที่ทำการประเมินถึงวันเริ่มต้นของงานตามแผนที่วางไว้
<i>Unit</i>	=	หน่วยที่ใช้วัดปริมาณงาน
<i>Ub</i>	=	ปริมาณงานที่ใช้ในกิจกรรม
<i>Unit_Cost</i>	=	ราคาต่อหน่วย
<i>Ua</i>	=	ปริมาณงานสะสมที่ทำได้จริงของแต่ละช่วงเวลาที่ทำการประเมิน
<i>Up</i>	=	ปริมาณงานคาดการณ์ขณะทำการประเมิน
<i>%weight_of_plan</i>	=	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักของปริมาณงานตามแผนที่วางไว้ของแต่ละกิจกรรม
<i>%weight_of_up</i>	=	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักปริมาณงานคาดการณ์ของแต่ละกิจกรรม
<i>% Pb</i>	=	เปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จจากแผนงานของแต่ละกิจกรรม
<i>% Pa</i>	=	เปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จจริงของแต่ละกิจกรรม
<i>% Pwc</i>	=	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักของงานแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม
<i>% Schedule Variance</i>	=	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผนงานแต่ละกิจกรรม

# Schedule Variance	=	ปริมาณความคลาดเคลื่อนของแผนงานแต่ละกิจกรรม
$Int(x)$	=	ทำการตัดเศษทศนิยมออกใช้แต่ค่าจำนวนเต็ม
$\sum C_b$	=	ผลรวมของเงินตามงบประมาณทุกกิจกรรมในโครงการ
$\sum C_p$	=	ผลรวมของงบประมาณคาดการณ์ของทั้งโครงการ
Vs_{start}	=	ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มงานจริงไม่ตรงกับวันเริ่มงานตามแผนงาน
$Vs_{quantity}$	=	ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานที่ใช้จริงเปลี่ยนแปลงไปจากปริมาณงานที่วางแผนไว้
Vs_{rate}	=	ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงานไม่ตรงกับอัตราการทำงานที่วางแผนไว้
Vs_{total}	=	ค่าความคลาดเคลื่อนรวมของกิจกรรมเนื่องจาก ผลรวมของค่าความคลาดเนื่องจากวันเริ่มต้นงาน ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานที่เปลี่ยนแปลง และค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงานไม่เป็นไปตามแผนงาน

ระบบการประเมินความก้าวหน้าโครงการสำหรับงานก่อสร้างถนน

Project Schedule Evaluation System for Road Construction

คำนำ

ในช่วงปีที่ผ่านมาประเทศไทยถึงแม้ว่าจะประสบปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ แต่การเพิ่มของจำนวนประชากรมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เปลี่ยนไปทำให้การสร้างระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาสร้างไว้เพื่อรองรับความต้องการของประชากรให้เพียงพอในอนาคตด้วยเส้นทางคมนาคมหรือทางหลวงนั้นเป็นสาธารณูปโภคปัจจัยหนึ่งที่ต้องมีการเตรียมไว้ให้เพียงพอกับความต้องการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และให้มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาประเทศ

การสร้างเส้นทางคมนาคมสำหรับประเทศไทย จะอยู่ในความรับผิดชอบการควบคุม และดูแลรักษาโดยส่วนราชการแทบทั้งสิ้น ซึ่งหน่วยราชการที่รับผิดชอบการสร้างทางโดยตรงประกอบด้วย 3 หน่วยงานหลักดังนี้คือ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และเทศบาล ซึ่งจะแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบกันตามลักษณะของการใช้งานของสายทางนั้น ๆ

ในอดีตการก่อสร้างทางหลวงในประเทศไทยจะเป็นทางหลวงลาดยางแบบ 2 ช่องจราจรเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากปริมาณการใช้เส้นทางในเวลานั้นยังมีน้อยอยู่ไม่คับคั่งเหมือนในปัจจุบัน หรืออาจมีสาเหตุมาจากงบประมาณที่จำกัดในช่วงเวลานั้นก็มีความเป็นไปได้

แต่ในปัจจุบันอัตราการเพิ่มของประชากร และการเจริญเติบโตของเมืองมีมากขึ้น รัฐบาลได้เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาระบบโครงข่ายทางหลวงสายหลักเชื่อมโยงระหว่างกรุงเทพฯ ไปสู่ภูมิภาค และมีนโยบายก่อสร้างเพิ่มมาตรฐานเป็น 4 ช่องจราจรตลอดเส้นทาง เพื่อให้ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวกและรวดเร็ว ประหยัดเวลาและเกิดความปลอดภัย จึงได้อนุมัติแผนงานก่อสร้างทางสายหลักเป็น 4 ช่องจราจร โครงการระยะที่ 1 เริ่มเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2536 รวมระยะทาง 1,891 กิโลเมตร วงเงินค่าก่อสร้าง 45,900 ล้านบาท ระยะเวลาดำเนินการระหว่างปี พ.ศ.2536-2542 (ตามแผนเดิม) แต่สร้างจริงวัดได้ระยะทาง 1,911 กิโลเมตร สามารถประหยัดงบประมาณได้ 7,836 ล้านบาท หรือ 20.58% ของค่าก่อสร้างทั้งโครงการ (กรมทางหลวง, 2545)

ต่อมาหลังจากโครงการก่อสร้างทางสายหลักเป็น 4 ช่องจราจรระยะที่ 1 เสร็จสิ้นลง ก็มีโครงการก่อสร้างทางสายหลักเป็น 4 ช่องจราจรระยะที่ 2 เกิดขึ้นโดยมีระยะทางรวม 4,366 กิโลเมตร งบก่อสร้าง 103,300 ล้านบาท กำหนดระยะเวลาดำเนินการ 11 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2549 ซึ่งอยู่ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) และฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) (สุพิริยา และ มนตรี, 2547) จะเห็นได้ว่าในหลายช่วงปีที่ผ่านมาและในอนาคตอันใกล้จะมีโครงการก่อสร้างถนนเกิดขึ้นมากมายและใช้งบประมาณเป็นจำนวนมาก

โครงการก่อสร้างถนนหลายโครงการเป็นโครงการระยะยาวและใช้เงินค่าก่อสร้างเป็นจำนวนมาก การควบคุมงานก่อสร้างและการประเมินความก้าวหน้าจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยทั่วไปในขณะทำการก่อสร้างผู้รับเหมาสามารถนำระบบควบคุมโครงการก่อสร้าง (Project Control System) มาใช้เพื่อประเมินสถานการณ์การทำงานทั้งด้านค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยการเปรียบเทียบการทำงานที่เกิดขึ้นจริงกับแผนการทำงานที่วางไว้ว่าเกิดความล่าช้าหรือเร็วกว่าแผน (Schedule) อย่างไรและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นว่าสูงกว่าหรือต่ำกว่างบประมาณ (Budget) ที่วางไว้หรือไม่ ผู้รับเหมาสามารถประเมินตรวจวัดความแตกต่างระหว่างปริมาณงานที่ทำได้กับแผนการทำงานที่วางไว้โดยการคำนวณค่าของความคลาดเคลื่อนของราคาค่าก่อสร้าง ต้นทุนก่อสร้าง และความคลาดเคลื่อนในเรื่องของแผนการทำงาน ซึ่งความคลาดเคลื่อนของราคาอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงจากแผนเดิม และราคาต่อหน่วยของวัสดุที่ใช้ในโครงการมีการเปลี่ยนแปลงไปจากขณะที่วางแผน ความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงานอาจเกิดจากวันเริ่มต้นการทำงานไม่ตรงตามแผนที่วางไว้ ปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และอัตราการการทำงานที่ต่างไปจากการคาดคะเนเดิม

ลักษณะโครงการก่อสร้างถนนมีความแตกต่างจากลักษณะโครงการก่อสร้างโดยทั่วไป คือ ลักษณะของงานก่อสร้างถนนเป็นงานก่อสร้างแบบแนวราบ กิจกรรมไม่ซับซ้อนมากเหมือนงานก่อสร้างประเภทอื่น ซึ่งส่วนมากจะถูกบังคับด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องทำต่อเนื่องกันตาม ลำดับ ก่อนหลัง ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดในแต่ละชั้นพื้นทาง (Layer) ของถนนนั้น ๆ แต่ผู้วางแผนส่วนมากจะไม่สามารถทำการประมาณปริมาณงานได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากปัญหาของงานก่อสร้างถนนส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับระบบสาธารณูปโภคและสภาพของชั้นดิน ดังนั้นแผนงานก่อสร้างถนนที่วางแผนไว้ตอนเริ่มต้นโครงการอาจมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเริ่มทำงานผู้ก่อสร้างจะทราบปัญหาที่อาจเกิดขึ้นซึ่งจะสามารถทำให้คาดการณ์ปริมาณงานและระยะเวลาของกิจกรรมนั้น ๆ ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ดังนั้นวิศวกรควรมีการประเมินสถานการณ์และนำข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้ภายหลังมาเพื่อใช้ปรับปรุงแผนงานและทำการประเมินสถานการณ์ของโครงการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เนื่องจากโครงการก่อสร้างถนนมีลักษณะการทำงานแบบแนวราบ ถ้าโครงการมีความยาวไม่มากผู้รับเหมาสามารถทำการก่อสร้างแต่ละชั้นของพื้นทางจนเสร็จ แต่ถ้าโครงการมีระยะทางยาวเพื่อเป็นการลดผลกระทบทางด้านจราจรและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับเหมาโดยมากจะแบ่งการทำงานออกเป็นช่วงตอนในแนวความยาวของถนน และทำการก่อสร้างให้แล้วเสร็จเป็นช่วงตอนไป แต่ถ้าผู้รับเหมา มีเครื่องจักรหลายชุดหรือคนงานมากพอ ก็อาจจะเพิ่มจำนวนของช่วงตอน เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปได้อย่างรวดเร็วขึ้น การทำงานเป็นช่วงตอนนี้จะทำให้เกิดความสะดวกในการวัดปริมาณงานของการเบิกงวดงาน

ปัญหาที่พบบ่อยในงานก่อสร้างคือเรื่องความผิดพลาดของการติดตาม..ควบคุมและประเมินผลการทำงานผู้รับเหมาส่วนมากจะประเมินความก้าวหน้าการทำงาน..(Percent..Complete) จากผลรวมของค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากแต่ละกิจกรรมเปรียบเทียบกับงบประมาณทั้งหมดที่วางแผนไว้ แล้วทำการประเมินความก้าวหน้าของงานขณะนั้นว่าเป็นอย่างไร ซึ่งการประเมินวิธีนี้ถ้าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสูงจะแปลความหมายว่ามีความก้าวหน้าของโครงการสูง..ซึ่งอาจไม่ตรงกับความเป็นจริง ค่าใช้จ่ายสูงอาจเนื่องมาจากการใช้เงินเกินจากงบประมาณที่วางแผนไว้ และอาจทำให้โครงการขาดทุนได้

เนื่องจากโครงการก่อสร้างถนนมีระยะเวลาก่อสร้างค่อนข้างยาว การควบคุมแผนการทำงานจึงมีความสำคัญมาก โครงการก่อสร้างจะเสร็จทันเวลาหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นปริมาณงานที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ความพร้อมของทรัพยากรซึ่งรวมถึงทั้งคนงานและเครื่องจักร ประสิทธิภาพในการทำงาน ปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงานและระยะเวลาในการก่อสร้าง

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการควบคุมโครงการ..(Project Control System) เพื่อใช้ในงานก่อสร้างถนนโดยระบบจะประเมินความก้าวหน้าโครงการจากปริมาณที่ทำได้จริงและคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานการก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณงานในแต่ละช่วงเวลาขณะโครงการดำเนินงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ด้วยความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างโปรแกรมที่ช่วยในการประเมินความก้าวหน้าและความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงานโครงการสำหรับงานก่อสร้างถนน โดยโปรแกรมมีความสามารถในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนแบบแยกสาเหตุ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มต้นการทำงาน ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงาน และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถติดตาม ควบคุม และประเมินผลโครงการได้ถูกต้องตามสถานการณ์จริง
2. สามารถทราบสาเหตุ ของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับโครงการได้ในทันทีทันใดขณะทำการก่อสร้าง เพื่อที่จะทำการแก้ไขได้ถูกต้อง
3. สามารถนำข้อมูลที่บ้านทึก เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนการทำงานในอนาคตได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาแผนงานก่อสร้างถนนโดยมุ่งเน้นโครงการที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมทางหลวงโดยมุ่งเน้นที่ความคลาดเคลื่อนของระยะเวลาการก่อสร้างถนน
2. การประเมินสถานการณ์ใช้วิธีการของ Earned Value Analysis ในการพิจารณา
3. พัฒนาระบบการประเมินสถานการณ์ของโครงการด้วยโปรแกรม Microsoft Office ในส่วนของ MS Access

การตรวจเอกสาร

1. รูปแบบของสัญญาก่อสร้าง

โครงการก่อสร้างถนน ถือว่าเป็นการสร้างสิ่งสาธารณูปโภคที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาประเทศ ซึ่งโครงการก่อสร้างถนนส่วนมากรัฐบาลจะเป็นฝ่ายรับผิดชอบโครงการก่อสร้างถนน การคัดเลือกผู้รับเหมาจะใช้การประกวดราคาโดยการเปิดซองประมูล ลักษณะสัญญาจะเป็นแบบสัญญาปรับราคาได้ของทางราชการ

1.1 ชนิดของสัญญาก่อสร้าง (Construction Contracts) แบ่งเป็น

1.1.1 สัญญาการก่อสร้างแบบเหมาจ่ายเบ็ดเสร็จ (Lump-Sum Contracts)

ภายใต้สัญญาแบบเหมาจ่ายเบ็ดเสร็จผู้รับเหมาจะต้องยอมรับที่จะทำงานตามเอกสารประมูลงาน ในราคาที่เสนอรวมเบ็ดเสร็จในราคาเดียวซึ่งครอบคลุมถึงต้นทุนการก่อสร้างอันได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุ ค่าอุปกรณ์ ค่าเครื่องจักร ค่าดำเนินการและกำไร ซึ่งหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีผลต่อการดำเนินงานแล้ว เจ้าของงานก็จะจ่ายเงินให้แก่ผู้รับเหมาในราคาที่ไม่มากไปกว่าราคาที่ผู้รับเหมาเสนอตอนประมูลงาน โดยความเสี่ยงทางการเงินจะอยู่กับผู้รับเหมาทั้งหมด

1.1.2 สัญญาแบบราคาต่อหน่วย (Unit-Price Contracts) ภายใต้สัญญาแบบราคาต่อหน่วย ผู้รับเหมาจะได้รับเงินตามปริมาณงานที่ทำได้จริงซึ่งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดตามสัญญา โดยจ่ายตามรายการที่ได้กำหนดไว้เป็นราคาต่อหน่วย ดังนั้นราคารวมสุดท้ายของต้นทุนโครงการทั้งหมดที่เจ้าของงานต้องจ่ายออกไป จะถูกต้องก็ต่อเมื่องานหรือโครงการนั้นได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว เจ้าของงานจึงมีความเสี่ยงในเรื่องของต้นทุนโครงการซึ่งอาจไม่เป็นไปตามที่ได้ทำการประมาณไว้เมื่อตอนเริ่มต้นได้

โครงการก่อสร้างถนนที่อยู่ในความดูแลของกรมทางหลวงได้ใช้สัญญาแบบปรับราคาได้ ซึ่งมีการปรับราคาด้วยค่าตัวคูณปรับแก้ (K) โดยการตรวจรับงานจะใช้วิธีวัดปริมาณงานที่ทำได้จริง (Actual Units Performed) เป็นเกณฑ์ในการจ่ายเงินให้กับผู้รับเหมาก่อสร้างในแต่ละงวดที่ตรวจรับงาน ซึ่งการนำ ค่า K มาใช้ เริ่มจากในช่วงปี 2516 - 2517 เกิดวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจ โดยน้ำมันและวัสดุก่อสร้างสำคัญ คือ เหล็กสำเร็จรูปต่างๆ ขาดแคลนและราคาสูงขึ้นมาก ส่งผลกระทบต่อธุรกิจก่อสร้างโดยตรงและรุนแรง ผู้รับเหมาต่างได้รับความเดือดร้อน บางรายหยุดดำเนินการบางรายละทิ้งงานเพราะไม่สามารถรับภาระขาดทุนได้ ขณะเดียวกันผู้ว่าจ้างก็ได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน คณะรัฐมนตรีจึงได้มีมติให้นำ ค่า K มาใช้ เพื่อช่วยเหลือผู้รับเหมาให้

ได้รับการชดเชยค่าเสียหาย ทั้งนี้มีคณะกรรมการเป็นผู้กำหนด หลักเกณฑ์ เงื่อนไข สูตร ประเภท และลักษณะงานที่เข้าข่ายสามารถขอรับเงินชดเชยจากรัฐบาลได้จนถึงปี 2524 รัฐบาลได้ประกาศยกเลิกการใช้ค่า K เนื่องจากวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจกลับเข้าสู่ภาวะปกติ อย่างไรก็ตาม เมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2532 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้นำค่า K มาใช้อีกครั้ง เนื่องจากผลของภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัวในอัตราสูง ก่อให้เกิดการลงทุนอย่างมากในธุรกิจหลายสาขา โดยเฉพาะธุรกิจการก่อสร้าง เพื่อรองรับ เศรษฐกิจ ที่ขยายตัว เป็นเหตุให้วัสดุก่อสร้างสำคัญ คือ เหล็กเส้น ชาติแคลนและราคาสูงขึ้นมากอย่างต่อเนื่อง ผู้ประกอบการธุรกิจก่อสร้างได้รับความเดือดร้อน รัฐบาลจึงให้ความช่วยเหลือโดยมีมติดังกล่าวให้ใช้ ค่า K มาจนถึงปัจจุบัน โดยในส่วนของงานก่อสร้างถนนจะมีค่าตัวคูณปรับแก้ต่าง ๆ ดังนี้ (มติคณะรัฐมนตรี, 2532)

1. งานผิวทาง Prime Coat , Tack Coat, Seal Coat

$$K = 0.30 + 0.40 At/Ao + 0.20 Et/Eo + 0.10 Ft/Fo$$

2. งานผิวทาง Surface Treatment Slurry Seal

$$K = 0.30 + 0.40 Mt/Mo + 0.30 At/Ao + 0.20 Et/Eo + 0.10 Ft/Fo$$

3. งานผิวทาง Asphalt Concrete, Penetration Macadam

$$K = 0.30 + 0.10 Mt/Mo + 0.40 At/Ao + 0.10 Et/Eo + 0.10 Ft/Fo$$

4. งานผิวถนนคอนกรีต

$$K = 0.30 + 0.10 It/Io + 0.35 Ct/Co + 0.10 Mt/Mo + 0.15 St/So$$

โดย	K	=	ตัวคูณปรับราคา (Escalation Factor)
	It	=	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศ ในเดือนที่ส่งงานแต่ละงวด
	Io	=	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศ ในเดือนที่เปิดซองประกวดราคา
	Ct	=	ราคาของซีเมนต์ ในเดือนที่ส่งงานแต่ละงวด
	Co	=	ราคาของซีเมนต์ ในเดือนที่เปิดซองประกวดราคา
	Mt	=	ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง (ไม่รวมเหล็กและซีเมนต์) ในเดือนที่ส่งงานแต่ละงวด
	Mo	=	ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง (ไม่รวมเหล็กและซีเมนต์) ในเดือนที่เปิดซองประกวดราคา
	St	=	ดัชนีราคาเหล็ก ในเดือนที่ส่งงานแต่ละงวด
	So	=	ดัชนีราคาเหล็ก ในเดือนที่เปิดซองประกวดราคา
	At	=	ดัชนีราคาแอสฟัลต์ ในเดือนที่ส่งงานแต่ละงวด
	Ao	=	ดัชนีราคาแอสฟัลต์ ในเดือนที่เปิดซองประกวดราคา
	Et	=	ดัชนีราคาเครื่องจักรกลและบริภัณฑ์ ในเดือนที่ส่งงานแต่ละงวด
	Eo	=	ดัชนีราคาเครื่องจักรกลและบริภัณฑ์ ในเดือนที่เปิดซองประกวดราคา

Ft = ดัชนีราคาน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ในเดือนที่ส่งงานแต่ละงวด
 Fo = ดัชนีราคาน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ในเดือนที่เปิดช่องประกวดราคา

เอกสิทธิ์ (2535) ได้แสดงความเห็นถึงความสำคัญในการทำสัญญาว่า การทำสัญญาถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่จะควบคุมให้งาน เงิน และเวลาให้เป็นไปตามข้อตกลง เป้าหมายและความต้องการของทั้งสองฝ่ายเพื่อป้องกันข้อขัดแย้งกันในการทำงาน

2. สาเหตุของความคลาดเคลื่อนในการก่อสร้างถนน

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การควบคุมระยะเวลาโครงการของงานก่อสร้างถนน จากการตรวจเอกสารพบว่ามีการศึกษาถึงสาเหตุของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไว้ดังนี้

จากงานวิจัยเรื่องการศึกษสาเหตุความล่าช้าของการก่อสร้างถนนในกรุงเทพมหานคร ของอภิชัย (2534) จัดทำโดยการสัมภาษณ์วิศวกรทั้งฝ่ายเจ้าของงานและผู้รับเหมาที่ทำงานในโครงการสร้างถนนของกรุงเทพมหานครจำนวน 25 โครงการในระหว่างปี พ.ศ. 2531 - 2533 พบว่าสาเหตุของความล่าช้าของโครงการก่อสร้างถนนในกรุงเทพมหานครมีสาเหตุหลัก ๆ 2 ปัญหา โดยเรียงลำดับตามความถี่ที่เกิดขึ้นคือเกิดสิ่งกีดขวางทางกายภาพ (ระบบสาธารณูปโภค) และสาเหตุจากผู้ว่าจ้างคือการรอแก้ไขแบบ

ต่อมาประสาท (2542) ได้ทำงานวิจัยเรื่องสาเหตุของการขอขยายเวลาก่อสร้างถนน และแนวทางการป้องกัน โดยการรวบรวมข้อมูลจากการขอขยายเวลาก่อสร้างถนนจำนวน 120 โครงการ จากโครงการของกรมทางหลวงระหว่าง พ.ศ. 2526 - 2540 พบว่าสาเหตุของการขอขยายเวลาก่อสร้างโครงการโดยเรียงตามความถี่ที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งออกเป็น 5 สาเหตุได้ดังนี้คือ ปัญหาเรื่องกรรมสิทธิ์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงแบบ สภาพผิดปกติของภูมิอากาศ อุปสรรคสาธารณูปโภค และผลกระทบจากการประสานงานกับหน่วยงานอื่น

ในงานวิจัยของ Diekmann (1985) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าโครงการ กับความถี่ของจำนวนครั้งในการเรียกค่าชดเชย โดยสรุปได้ว่าโครงการแต่ละขนาดมีจำนวนครั้งของการเรียกค่าชดเชยมีความถี่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะสอดคล้องกับผลงานวิจัยของอภิชัย (2534) ซึ่งสรุปว่ามูลค่าตามสัญญาของโครงการไม่มีผลต่อความล่าช้าของโครงการ

3. แนวทางการป้องกันความล่าช้าของโครงการ

Feldman (1993) ได้แนะนำให้ผู้รับเหมาก่อสร้างทำการตรวจสอบแผนงานและหมายกำหนดการทำงานอย่างละเอียด เพื่อทำความเข้าใจในหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายอย่างชัดเจน ก่อนเข้าร่วมการประกวดราคา

Al-Qudsi (1995) ได้เสนอแนวทางการปฏิบัติงานของทุกฝ่าย ในขั้นตอนการประกวดราคาเพื่อลดการเกิดข้อขัดแย้งไว้ดังนี้

1. จัดเก็บเอกสารบันทึกข้อตกลงทุกครั้งตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ
2. สัญญาที่คลุมเครือหรือไม่ชัดเจนต้องพยายามตีความให้ชัดเจนที่สุด
3. ทำความเข้าใจในส่วนของแบบและเนื้องานที่ต้องดำเนินการ หากสงสัยว่ารายละเอียดที่มีอาจไม่สมบูรณ์ ให้สอบถามจากผู้ออกแบบโดยทันที
4. จัดสำเนาการประมาณราคาสำรองให้กับสำนักงานสนาม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหน้าสนามได้ตระหนักถึงความสำคัญของงานในแต่ละขั้นตอน ว่ามีความสำคัญมากน้อยเพียงใด

Semple *et al.* (1994) ได้เสนอแนวทางการป้องกันปัญหาที่ทำให้เกิดข้อขัดแย้งในขั้นตอนระหว่างการทำสัญญาโดยแนะนำให้ใช้วิธีการ Critical-Path-Method (CPM) ในโครงการเพื่อติดตามความก้าวหน้าของงาน และสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้สม่ำเสมอ

วสท. (2542) ได้เสนอแนวทางการจัดการข้อมูลงานก่อสร้างสำหรับการประเมินและควบคุมงานก่อสร้าง ข้อมูลที่จัดเก็บตามแนวทางดังกล่าวสามารถใช้เป็นประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ช่วยในการประเมินปริมาณวัสดุ และแรงงานรวมทั้งเวลาที่ต้องใช้สำหรับงานลักษณะเดียวกันในอนาคต
2. ใช้ในการวัดปริมาณของงานที่แล้วเสร็จ (Quantitative Measurement of Work Progress) และ งานที่เปลี่ยนแปลง (Change Orders)
3. ใช้ในการประเมินปริมาณวัสดุ แรงงาน และงบประมาณของงานที่เหลือ (Forecasting of Remaining Work to Complete)
4. ใช้ในการเปรียบเทียบระหว่าง ปริมาณวัสดุ แรงงาน และงบประมาณที่ประเมินและใช้จริง (Estimated vs. Actual Comparison) เพื่อหาความแตกต่าง (Variance)
5. ช่วยในการวางแผนงานก่อสร้างและแผนการใช้ทรัพยากร

การจัดเก็บข้อมูลงานก่อสร้างให้ได้มาตรฐาน และสามารถนำข้อมูลที่จัดเก็บมาใช้ให้เป็นประโยชน์สูงสุด จะต้องมีการจัดโครงสร้างของการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ เพื่อที่จะสะดวกในการจัดเก็บ และนำมาใช้ โดยคำนึงถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ มาช่วยในการจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บัณฑิต (2542) ได้ทำการศึกษาเรื่องระบบสารสนเทศการวัดเนื้องานและควบคุมราคา งานโดยหลักการโครงสร้างการจัดแบ่งงานจากรูปแบบของ CSI Format (The Construction Specification Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานสากลในการกำหนดหมวดหมู่ของงาน สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย การประเมินใช้หลักการ Earn Value Analysis ในการประเมินสถานการณ์ และพัฒนาระบบฐานข้อมูลใช้ Microsoft Access ช่วยในการเก็บข้อมูล และ Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณและแสดงผล

ต่อมาวีระพงษ์ (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาาระบบสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์ ควบคุมปริมาณค่าใช้จ่ายและประสิทธิภาพการทำงานในงานก่อสร้าง โดยใช้รูปแบบของ CSI Format (The Construction Specification Institute) เช่นกันแต่นำงานอาคารสูง การพัฒนาระบบฐานข้อมูลใช้ Microsoft Access ช่วยในการเก็บข้อมูล และ Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณและแสดงผล โดยใช้หลักการ Earn Value Analysis เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ บัณฑิต (2542)

4. วิธีการประเมินและควบคุมโครงการก่อสร้าง

Earned Value Analysis เป็นทฤษฎีการจัดการที่พัฒนาโดย Department of Defence ประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงทศวรรษ 1960 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมโครงการต่าง ๆ ภายในหน่วยงาน วิธีนี้เป็นวิธีการวัดผลดำเนินการของโครงการ โดยจะช่วยทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของผลการดำเนินงานเปรียบเทียบกับแผนที่วางไว้ และหาทางแก้ไขได้ทันที่ คำว่า Earned Value ตามความหมายคือมูลค่าของงานที่ทำเสร็จ

การควบคุมโครงการโดยวิธี Earned Value Analysis เมื่อทำโครงการไปได้ระยะเวลาหนึ่ง หากต้องการรู้ว่าผลงานที่ทำไปแล้วจะได้ตามเป้าหมาย และเกินงบประมาณที่ได้รับอนุมัติไว้หรือไม่ โดยในปัจจุบันมีกรรมวิธีที่ช่วยให้เกิดการวัดผล ควบคุมและติดตามเฝ้าระวังโครงการให้ เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนงานและสามารถวัดผลดำเนินการได้ทุกระยะเวลาที่ต้องการ จากค่าดัชนีชี้วัดสถานะของระยะเวลาการทำงาน (Schedule Performance Index, SPI) และค่าดัชนีชี้

วัดสถานะของงบประมาณของโครงการ (Cost Performance Index, *CPI*) ตามสมการที่แสดง ดังนี้

ก. ค่าดัชนีชี้วัดสถานะของระยะเวลาการทำงาน (Schedule Performance Index, *SPI*)
ค่า *SPI* เป็นอัตราส่วนระหว่างยอดรวมต้นทุนจากการดำเนินการกับยอดรวมต้นทุนของ
งบประมาณตามแผนงานที่วางไว้ขณะนั้น

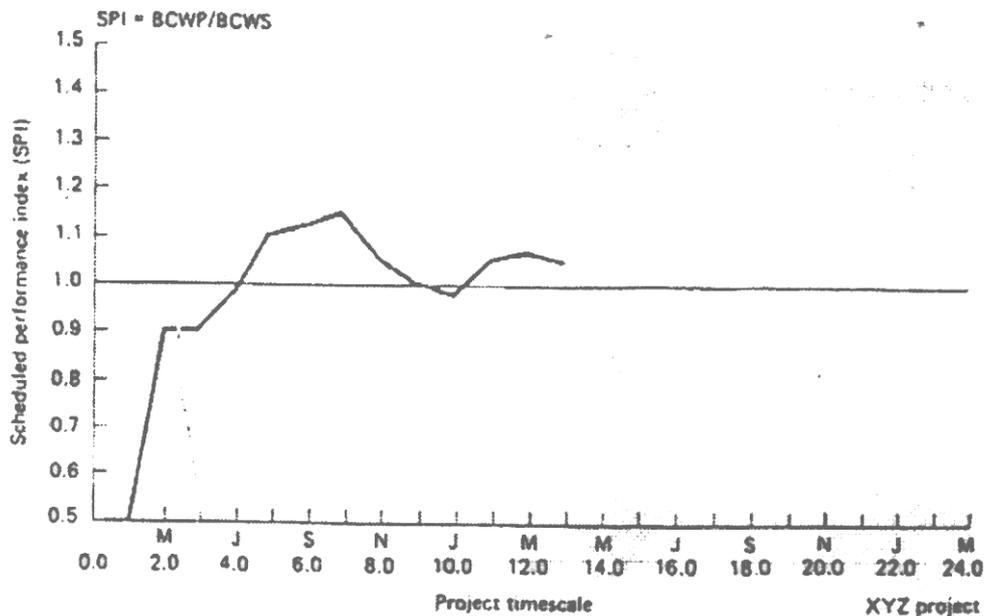
$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (1)$$

เมื่อ *BCWP* = Budgeted Cost of Work Performed = เป็นยอดรวมต้นทุนที่ประมาณการที่
ได้รับอนุมัติแล้ว เพื่อให้งานสำเร็จหรือเป็นค่าที่ได้รับจากการดำเนินการ

BCWS = Budgeted Cost of Work Scheduled = เป็นยอดรวมต้นทุนประมาณการที่
ได้รับอนุมัติแล้ว เพื่อให้เป็นไปตามระยะเวลาที่ต้องการดำเนินการ

SPI = Schedule Performance Index = เป็นค่าดัชนีชี้วัดว่าการทำงานมีสถานะเป็น
อย่างไรเทียบกับแผนงาน

ค่า *SPI* = 1.0 แสดงว่าสามารถทำงานได้ตามแผนที่วางไว้ ถ้าค่า *SPI* > 1.0 แสดงว่า
โครงการทำงานได้เร็วกว่าแผนที่วางไว้ ถ้าค่า *SPI* < 1.0 แสดงว่าโครงการทำงานได้ช้ากว่า
แผนที่วางไว้ ถ้าค่า *SPI* < 1.0 ผู้จัดการโครงการอาจต้องเพิ่มทรัพยากรให้มากขึ้น เช่น เพิ่ม
บุคลากร เพิ่มเวลาทำงานล่วงเวลาหรือเพิ่มทั้งสองอย่างไปพร้อม ๆ กันก็จะสามารถปรับค่า *SPI*
ให้เข้าใกล้ 1.0 ได้ ภาพที่ 1 แสดงการประยุกต์ใช้ *SPI* ในการควบคุมแผนการทำงาน โดยจะ
Plot ค่า *SPI* ในแต่ละช่วงเวลากิจการดำเนินงานของโครงการ ซึ่งผู้จัดการโครงการพยายามให้
SPI > 1.0



ภาพที่ 1 แสดงการ Plot ค่า SPI สำหรับประเมินโครงการ

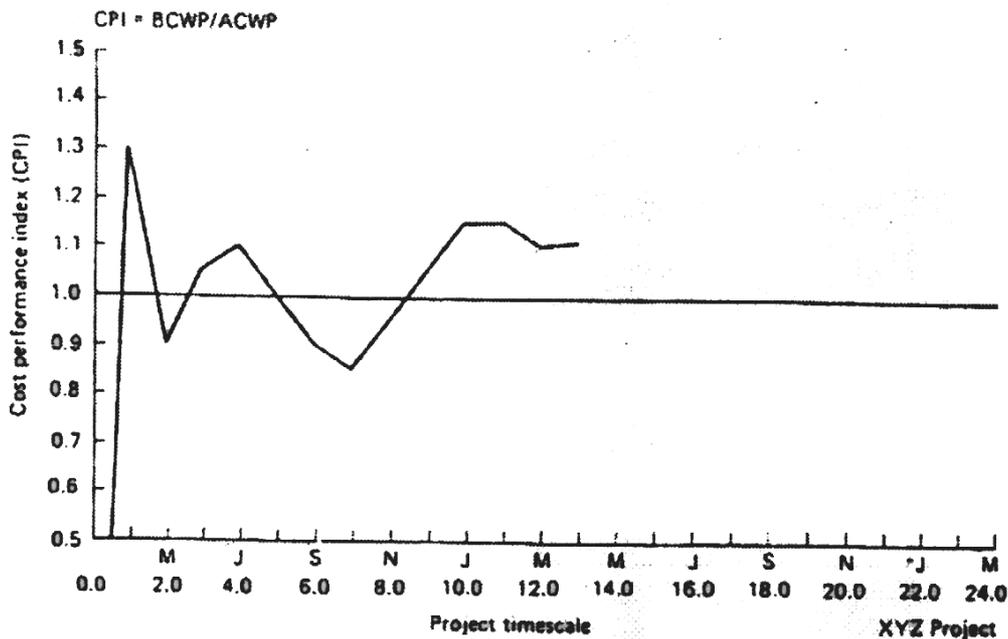
ข. ค่าดัชนีชี้วัดสถานะของค่าใช้จ่ายของโครงการ (Cost Performance Index, *CPI*) ค่า *CPI* เป็นอัตราส่วนระหว่างมูลค่าของงานที่แล้วเสร็จกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงจากส่วนของงานดังกล่าว

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (2)$$

เมื่อ $ACWP = \text{Actual Cost of Work Performed}$ = คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงจากงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

$CPI = \text{Cost Performance Index}$ = เป็นค่าดัชนีชี้วัดว่าสถานะของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเทียบกับงบประมาณที่วางไว้

ค่า $CPI = 1.0$ แสดงค่าใช้จ่ายเป็นไปตามงบประมาณที่วางไว้ ถ้าค่า $CPI > 1.0$ แสดงว่าค่าใช้จ่ายที่จ่ายจริงต่ำกว่างบประมาณที่กำหนดไว้ ถ้าค่า $CPI < 1.0$ แสดงว่าค่าใช้จ่ายของโครงการสูงกว่างบประมาณที่วางแผนไว้ ภาพที่ 2 แสดงการประยุกต์ *CPI* ในการควบคุมต้นทุนการก่อสร้าง โดยระหว่างการก่อสร้างผู้จัดการโครงการจะ Plot ค่า *CPI* ของแต่ละเดือน โดยที่จะพยายามควบคุมให้ค่า *CPI* สูงกว่า 1.0



ภาพที่ 2 แสดงการ Plot ค่า CPI สำหรับประเมินโครงการ

ค. วิธีการของ Earn Value Analysis นอกจากจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงาน และงบประมาณแล้วยังสามารถคาดการณ์สถานการณ์ล่วงหน้าได้ ดังสมการที่แสดงดังนี้

$$ETC = \left(\frac{BAC - BCWP}{CPI} \right) \quad (3)$$

เมื่อ ETC = Estimate To Complete = การประมาณการค่าใช้จ่ายที่จำเป็นเพื่อให้โครงการสำเร็จ

BAC = Budget At Complete = งบประมาณทั้งหมดที่ต้องใช้เมื่องานสำเร็จตามที่ได้รับอนุมัติตามแผนงาน

$$EAC = ETC + ACWP \quad (4)$$

เมื่อ EAC = Estimate At Completion = ประมาณการค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเมื่อโครงการสำเร็จ

$$PCO = EAC - BAC \quad (5)$$

เมื่อ PCO = Projected Cost Overrun = ประมาณการค่าใช้จ่ายเกินงบ

$$PCOP = \frac{PCO}{BAC} \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ $PCOP = \text{Projected Cost Overrun in Percentage} =$ ร้อยละของค่าใช้จ่ายเกินงบประมาณเมื่อเทียบกับงบประมาณตามแผน

ง. ค่าความคลาดเคลื่อน ในการควบคุมโครงการก่อสร้างมีการพิจารณาอยู่ 2 ค่า คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของต้นทุน (Cost Variance, V_c) และค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s)

1) ค่าความคลาดเคลื่อนของต้นทุน (Cost Variance, V_c)

$$V_c = BCWP - ACWP \quad (7)$$

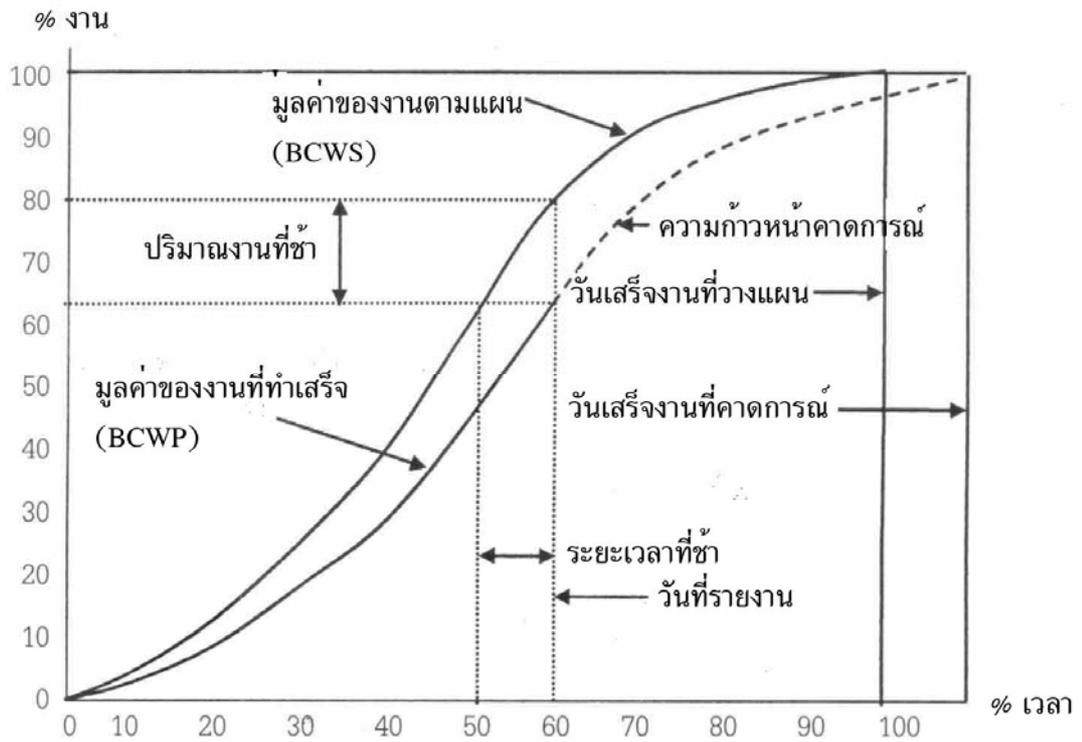
ถ้า $V_c < 0$ หมายถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่เกิดขึ้นสูงกว่างบประมาณ

2) ค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s)

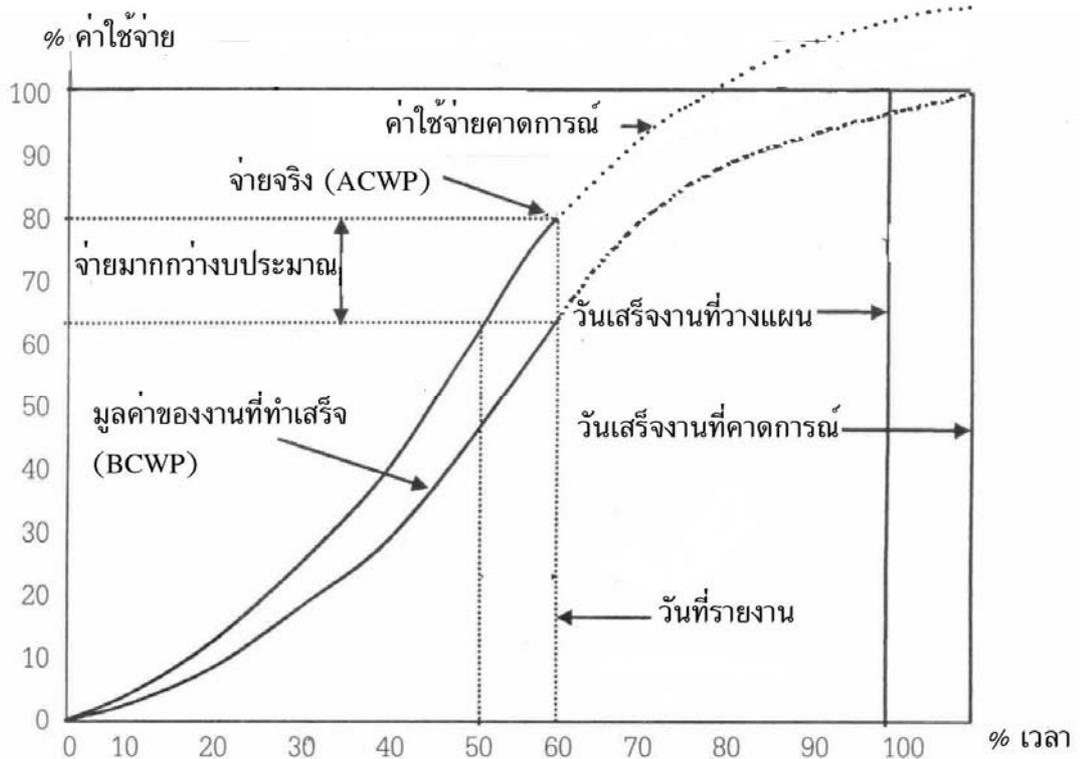
$$V_s = BCWP - BCWS \quad (8)$$

ถ้า $V_s < 0$ หมายถึงการดำเนินการโครงการล่าช้ากว่ากำหนดเวลา

การแสดงผลค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานก่อสร้าง สามารถแสดงได้ 2 รูปแบบคือ รูปแบบของปริมาณงานที่ช้าหรือเร็วกว่าแผน และรูปแบบของเวลาที่ช้าหรือเร็วกว่าแผนที่วางไว้ ดังแสดงในภาพที่ 3 และการแสดงผลค่าความคลาดเคลื่อนของต้นทุนการก่อสร้างดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความก้าวหน้าของการทำงาน



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและค่าใช้จ่ายของโครงการ

ในปี ค.ศ. 1993 Robert I. Carr ได้พัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวกับแผนงาน (Schedule Variance, V_s) ในแต่ละสาเหตุที่แตกต่างกันโดยความคลาดเคลื่อนของแผนงานตามหม่ายกำหนดได้แสดงไว้ตามสมการที่ (8) ดังนี้คือ

$$V_s = BCWP - BCWS$$

เมื่อ $BCWP$ = Budgeted Cost of Work Performed to date = มูลค่าของปริมาณงานที่ทำได้จริง ณ วันที่พิจารณา

$BCWS$ = Budgeted Cost of Work Scheduled to date = มูลค่าของปริมาณงานที่ควรทำได้ตามแผนงาน ณ วันที่พิจารณา

การคลาดเคลื่อนของแผนงานที่เป็นบวก (Positive Schedule Variance) ซึ่งให้เห็นว่าการดำเนินงานของผู้รับเหมาทำได้เร็วกว่าแผนงานที่วางไว้ ซึ่ง Carr ได้อธิบายว่าการคลาดเคลื่อนของแผนงานเกิดขึ้นได้จาก 3 สาเหตุหลักดังนี้

1) วันเริ่มต้นโครงการไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ หรือ $S_s \neq S_a$

$$V_{s_start} = C_b \frac{\text{Min}(D_a, D_b) - \text{Min}(D_s, D_b)}{D_b} \quad (9)$$

เมื่อ V_{s_start} = schedule start variance

D_a = the number of days to date since actual start of activity

D_b = budgeted duration to complete operation

D_s = the number of days to date since scheduled start of activity

C_b = budgeted cost to complete operation

2) ปริมาณงานก่อสร้างเปลี่ยนแปลง หรือ $U_b \neq U_p$

$$V_{s_quan} = C_b U_a \left(\frac{1}{U_p} - \frac{1}{U_b} \right) \quad (10)$$

เมื่อ V_{s_quan} = schedule quantity variance

U_a = actual units performed to date

U_p = projected output units

U_b = budgeted output units to complete operation

3) อัตราการทำงานที่ได้ในแต่ละวันไม่เท่ากับที่วางแผนไว้

$$V_{s_rate} = \min(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{U_b}{D_b} \right) \quad (11)$$

เมื่อ V_{s_rate} = schedule rate variance

3.1) อัตราการทำงานย่อยไม่เป็นไปตามแผน

$$V_{s_res} = \min(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_{cb}} \left(\frac{U_{ca}}{\min(D_a, D_b)} - \frac{U_{cb}}{D_b} \right) \quad (12)$$

เมื่อ V_{s_res} = schedule resource variance

U_{ca} = actual contractor unit

U_{cb} = budgeted contractor unit

3.2) ปริมาณงานหลักที่ได้ต่อหนึ่งงานย่อยเปลี่ยน

$$V_{s_prod} = \frac{C_b}{U_b} U_{ca} \left(\frac{U_a}{U_{ca}} - \frac{U_b}{U_{cb}} \right) \quad (13)$$

เมื่อ V_{s_prod} = schedule productivity variance

สรุป ความคลาดเคลื่อนของแผนงานตามข้อกำหนด สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้
ดังนี้

$$V_s = BCWP - BCWS$$

$$V_s = V_{s_start} + V_{s_quan} + V_{s_rate}$$

$$V_{s_rate} = V_{s_res} + V_{s_prod}$$

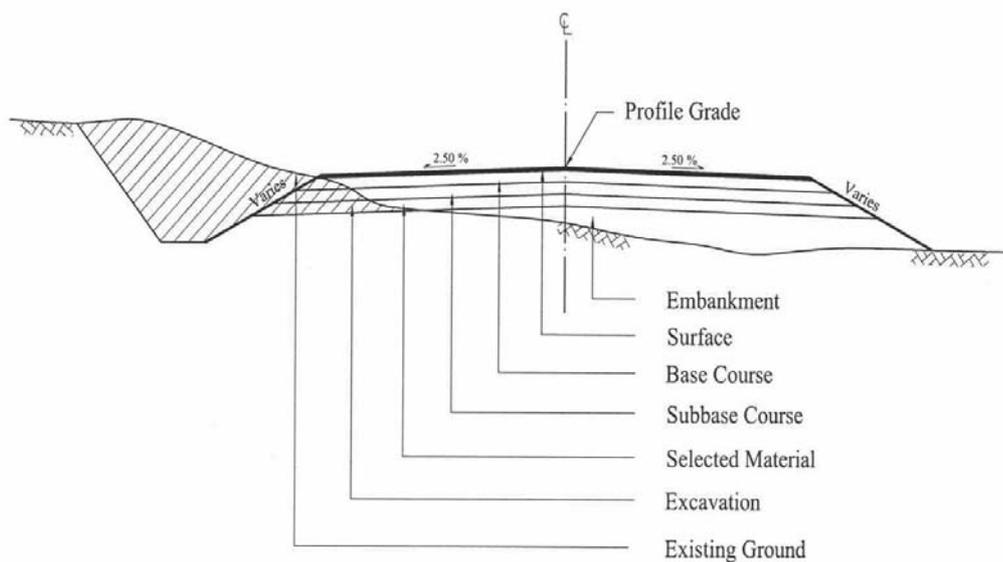
$$V_s = V_{s_start} + V_{s_quan} + V_{s_res} + V_{s_prod}$$

WONGWITDECHA and CARR (2004) กล่าวว่าในช่วงเวลาขณะทำการก่อสร้างกิจกรรมบางกิจกรรมอาจประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยหลาย ๆ งาน ซึ่งกิจกรรมย่อยบางงานอาจมีการแล้วเสร็จไม่พร้อมกัน บางกิจกรรมย่อยอาจเสร็จสมบูรณ์ บางกิจกรรมย่อยอาจกำลังดำเนินการอยู่ ในแต่ละกิจกรรมย่อยจะมีเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จของงานมีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งแนวทางหนึ่งที่วิศวกรรมนิยมใช้กันสำหรับประเมินความก้าวหน้าโดยรวมของโครงการคือการแยกกิจกรรมที่ต้องทำออกมาเป็นปริมาณของงานที่แล้วเสร็จสมบูรณ์ และทำการประมาณความก้าวหน้า ดังนั้นความก้าวร่วมนั้นก็จะเป็นตัวแทนที่แสดงให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานย่อยสุดท้ายเท่านั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วกิจกรรมย่อยบางกิจกรรมอาจแล้วเสร็จไม่พร้อมกัน กิจกรรมหลักก็จะถูกพิจารณาว่ายังไม่เสร็จสมบูรณ์ จึงไม่ได้นำมาพิจารณารวมในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จของโครงการ จะทำให้เกิดความผิดพลาดจากการทำงานจริงได้

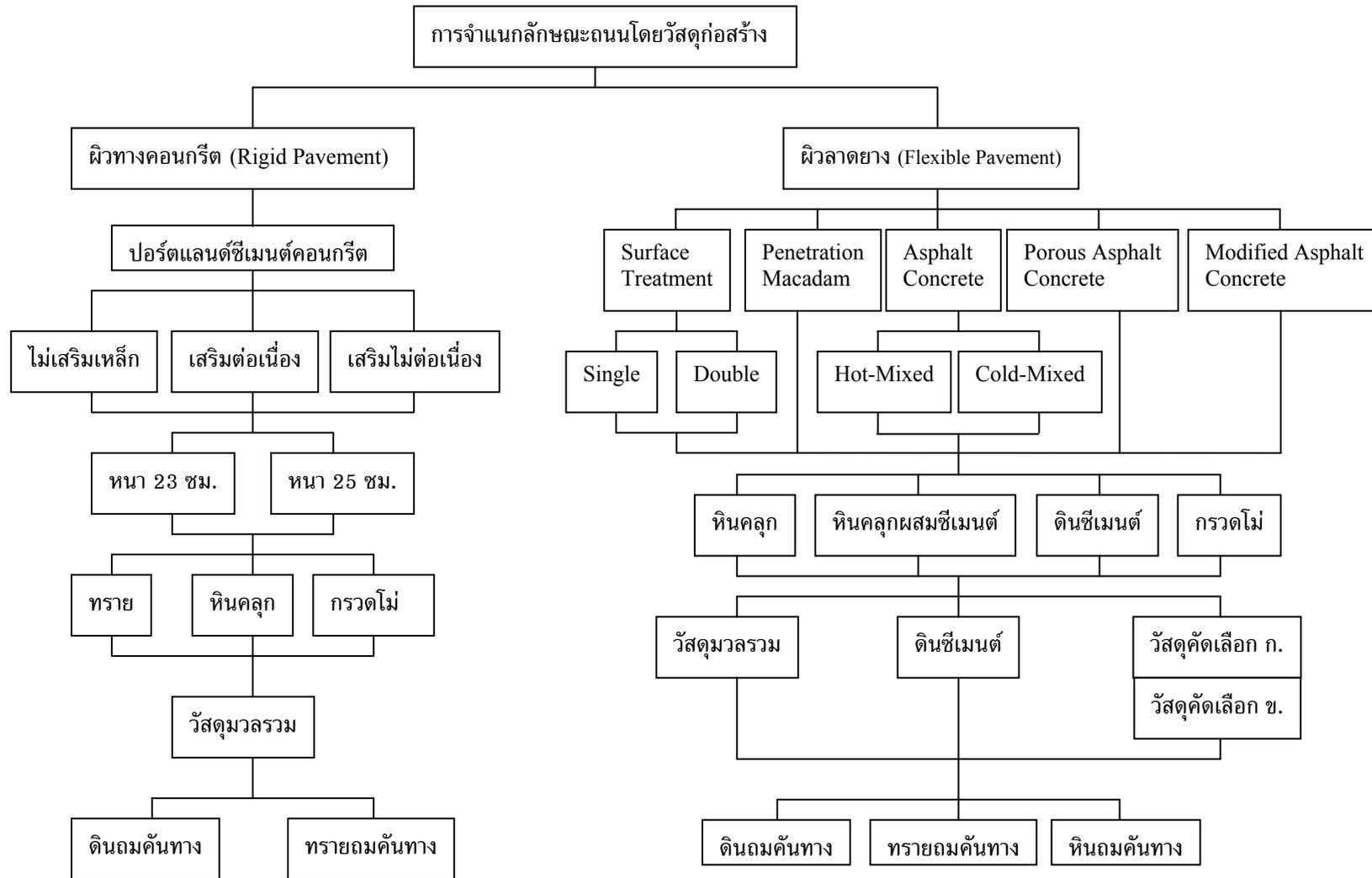
ความถูกต้องสำหรับการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับความถูกต้องในการประมาณค่าเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จที่ถูกต้อง ดังนั้นการประมาณค่าเปอร์เซ็นต์งานที่แล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรมควรพิจารณาจากผลรวมของค่าเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จของงานย่อยของแต่ละกิจกรรมจึงจะมีความถูกต้องตามความเป็นจริง แต่ปัญหาในการพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จของงานย่อยอาจมีปัญหในเรื่องหน่วยปริมาณงานที่ใช้วัดความก้าวหน้าที่มีความแตกต่างกันไม่สามารถนำมาคิดคำนวณรวมกันได้ วิธีการแก้ปัญหาเรื่องหน่วยการวัดความก้าวหน้าคือ ต้องทำการแปลงให้เป็นระบบหน่วยวัดเดียวกันของทุกกิจกรรมย่อย จึงจะสามารถนำมาคำนวณหาค่าความก้าวหน้าและความคลาดเคลื่อนได้

5. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบหลักของโครงสร้างถนน

ส่วนประกอบชั้นถนนหลัก ๆ ของถนนจะประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้คือ ชั้นผิวทาง (Surface) ชั้นพื้นทาง (Base Course) ชั้นรองพื้นทาง (Subbase Course) และชั้นดินถม (Embankment) ตามแสดงในภาพที่ 5 โดยชั้นผิวถนนสามารถทำการจัดกลุ่มของถนนตามลักษณะผิวจราจรได้เป็น 2 ชนิด คือ ผิวจราจรแบบคงรูป (Rigid Pavement) ได้แก่ผิวถนนที่ทำด้วยคอนกรีตและผิวจราจรแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement) ได้แก่ผิวถนนที่ทำด้วยยางแอสฟัลต์



ภาพที่ 5 แสดงส่วนประกอบของชั้นถนน



ภาพที่ 6 แสดงการจำแนกประเภทถนนตามวัสดุชั้นพื้นทาง

การจำแนกประเภทถนนตามชั้นทางหลักสามารถจำแนกได้เป็น 4 ชั้นหลัก ๆ คือ ชั้นผิวทาง ชั้นพื้นทาง ชั้นรองพื้นทาง และชั้นคันทาง ตามรูปที่ 6 ได้ทำการจำแนกตามมาตรฐานของกรมทางหลวง โดยชั้นผิวทางจะจำแนกได้เป็นสองลักษณะคือ ผิวทางคอนกรีต และผิวทางลาดยาง โดยผิวทางคอนกรีตจะใช้พอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตในการทำส่วนมากจะทำแบบเสริมเหล็ก ต่อเนื่องและความหนาที่ 25 เซนติเมตร ส่วนผิวทางลาดยางจะนิยมใช้แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) แบบผสมร้อน (Hot-Mixed) ในการทำผิวทาง ชั้นพื้นทางจะใช้วัสดุพวกหินคลุก หินคลุกผสมซีเมนต์ ดินซีเมนต์ และกรวดโม้โดยการเลือกใช้จะพิจารณาจากสถานที่ก่อสร้างว่าใกล้แหล่งวัสดุใดที่จะสะดวกในการจัดหามาใช้งาน ชั้นรองพื้นทางวัสดุมวลรวม ดินซีเมนต์ วัสดุคัดเลือก ก วัสดุคัดเลือก ข ชั้นสุดท้ายคือชั้นคันทางจะใช้ดิน ททราย หรือหินถมทำคันทาง

5.1 ชั้นผิวทางคือ ชั้นทางบนสุดที่ใช้รองรับยานพาหนะในการจราจร จะต้องมีความเรียบคงทน ปลอดภัยต่อการสัญจรของผู้ใช้รถยนต์ จะทำการสร้างอยู่บนชั้นพื้นทาง (Base) หรือชั้นรองพื้นทางสำหรับถนนคอนกรีต จำแนกได้เป็น 2 ลักษณะคือ ผิวจราจรแบบคงรูป (Rigid Pavement) และ ผิวจราจรแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement)

5.1.1 ผิวจราจรแบบคงรูป (Rigid Pavement) จะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ

ก. ผิวถนนคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก (Unreinforced Concrete Pavement) เป็นคอนกรีตที่ไม่มีเหล็กเสริมกันร้าว และเหล็กเดือย (Dowel Bar) ตรงรอยต่อตามขวางช่วยถ่ายน้ำหนักระหว่างแผ่นคอนกรีต แต่มีเหล็กยึด (Tied Bar) ตรงรอยต่อความยาว ช่วยป้องกันการแยกตัวของแผ่นพื้นคอนกรีต ถนนคอนกรีตชนิดนี้ต้องการรอยต่อเพื่อการหดตัว (Contraction Joint) ตามขวางค่อนข้างถี่ บางครั้งต้องออกแบบให้วางอยู่ในลักษณะขวางเฉียง และอาจมีเหล็กเดือยตรงรอยต่อเพื่อการหดตัวตามขวางในถนนที่มีปริมาณการจราจรสูง

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ตั้งแบบเหล็กหลังจากที่ได้ดำเนินการบดทับชั้นรองพื้นทางเรียบ ร้อยแล้ว

2) ปรับแต่งชั้นรองพื้นทางและแผ่นพลาสติกตามบริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นถนน

3) นำคอนกรีตที่ได้รับการผสมตามที่ได้ออกแบบมีค่าความยุบตัวประมาณ 3-5 ซม. เทคอนกรีตแล้วใช้เครื่องเกลี่ยปรับระดับ และใช้เครื่องสั่นสะเทือนทำให้คอนกรีตแน่นตัว

4) ปรับแต่งผิวหน้า ตกแต่งผิวหน้าถนนให้เรียบ และทำการกวาดผิวถนนด้วยไม้กวาด ให้มีแนวกวาดทับกันเล็กน้อย โดยมีร่องลึกไม่มากกว่า 3 มิลลิเมตร จะต้องทำการกวาดให้แล้วเสร็จก่อนการแข็งตัวของคอนกรีต

5) ทำการบ่มคอนกรีต โดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง

6) ทำการตัดรอยต่อของแผ่นผิวถนน หลังจากเทคอนกรีตแล้วเสร็จในช่วงเวลา 4-24 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน ทล.-ม 409/2530

7) ทำการเปิดการจราจรได้

ข. ผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กแบบไม่ต่อเนื่อง (Simply Reinforced Concrete Pavement) เป็นถนนคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมกันร้าวในแผ่นพื้นคอนกรีต และมีเหล็กเดี่ยวเพื่อถ่ายน้ำหนัก เพราะแผ่นพื้นคอนกรีตยาวกว่า ทำให้รอยต่อกว้างกว่าถนนคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- 1) ตั้งแบบเหล็กหลังจากที่ได้ดำเนินการบดทับชั้นรองพื้นทางเรียบร้อยแล้ว
- 2) ปรับแต่งชั้นรองพื้นทางและแผ่นพลาสติกตามบริเวณรอยต่อของแผ่นพื้น

ถนน

3) ทำการวางเหล็กเสริม และใช้ลูกปูนหนุนให้มั่นคง กรณีเทคอนกรีตแบบชั้นเดียว

4) การเทคอนกรีตแบบสองชั้น ยังไม่ต้องวางเหล็กเสริม ให้ทำการเทคอนกรีตชั้นแรกก่อน แล้วใช้เครื่องสั่นสะเทือนทำคอนกรีตให้แน่นตัวก่อน แล้วจึงค่อยวางเหล็กเสริมลง ต่อจากนั้นให้ทำการเทคอนกรีตชั้นที่สองทับลงไป ใช้เครื่องสั่นสะเทือนทำให้แน่น

5) ปรับแต่งผิวหน้า ตกแต่งผิวหน้าถนนให้เรียบ และทำการกวาดผิวถนนด้วยไม้กวาด ให้มีแนวกวาดทับกันเล็กน้อย โดยมีร่องลึกไม่มากกว่า 3 มิลลิเมตร จะต้องทำการกวาดให้แล้วเสร็จก่อนการแข็งตัวของคอนกรีต

6) ทำการบ่มคอนกรีต โดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง

7) ทำการเปิดการจราจรได้

ค. ผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กแบบต่อเนื่อง (Continuously Reinforced Concrete Pavement) เป็นถนนคอนกรีตที่มีปริมาณเหล็กเสริมค่อนข้างสูง (ประมาณ 0.6 % หรือมากกว่า) ของพื้นที่หน้าตัดตามขวาง) นอกจากรอยต่อตามยาวแล้วจะมีรอยต่อเพื่อการก่อสร้าง (Construction Joint) และการขยายตัว (Expansion Joint) ตามขวางเท่านั้น

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- ร้อยแล้ว
- แผ่นพื้นถนน
- แบบชั้นเดียว
- 1) ตั้งแบบเหล็กหลังจากที่ได้ดำเนินการบดทับชั้นรองพื้นทางเรียบ
 - 2) ปรับแต่งชั้นรองพื้นทางและแผ่นพลาสติกตามบริเวณรอยต่อของ
 - 3) ทำการวางเหล็กเสริม และใช้ลูกปูนหนุนให้มั่นคง กรณีเทคอนกรีต
 - 4) การเทคอนกรีตแบบสองชั้น ยังไม่ต้องวางเหล็กเสริม ให้ทำการเทคอนกรีตชั้นแรกก่อน แล้วใช้เครื่องสั่นสะเทือนทำคอนกรีตให้แน่นตัวก่อน แล้วจึงค่อยวางเหล็กเสริมลง ต่อจากนั้นให้ทำการเทคอนกรีตชั้นที่สองทับลงไป ใช้เครื่องสั่นสะเทือนทำให้แน่น
 - 5) ปรับแต่งผิวหน้า
 - 6) ทำการบ่มคอนกรีต
 - 7) เปิดการจราจรได้

5.1.2 ผิวจราจรแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement) ผิวทางแบบลาดยางแอสฟัลต์ จะแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มด้วยกันคือ

ก. ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ผิวทางเซอร์เฟซทรีตเมนต์แบบชั้นเดียว (Single Surface Treatment) และผิวทางเซอร์เฟซทรีตเมนต์แบบสองชั้น (Double Surface Treatment)

1) ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) แอสฟัลต์ที่ใช้จะต้องเป็นอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้ แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70, AC 80-100 คัทแบคแอสฟัลต์ RC-3000, RC-800 แอสฟัลต์อิมัลชัน CRS-2 ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์แบบชั้นเดียวคือ การลาดแอสฟัลต์ 1 ครั้งและโรยหินย่อย ทับหน้า 1 ครั้ง แล้วบดทับให้แน่น โดยใช้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ ลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนด และปริมาณแอสฟัลต์ในอัตราที่กำหนดให้ เมื่อพ่นแอสฟัลต์แล้ว ให้โรยหินย่อยปิดทับแอสฟัลต์ทันที

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- (1) ทำการลาดแอสฟัลต์ให้สม่ำเสมอ
- (2) ทำการโรยหินย่อยหรือกรวดย่อยปิดทับแอสฟัลต์และทำการบดทับทันทีด้วยรถบดล้อยาง ประมาณ 2-3 เที่ยว
- (3) ทำการเกลี่ยหินหรือกรวดประมาณ 2 เที่ยว ให้ปิดทับหน้าแอสฟัลต์อย่างสม่ำเสมอ
- (4) ทำการบดทับด้วยรถบดล้อยางจนหินย่อย หรือกรวดย่อยฝัง

ตัวลงไปเนื้อแอสฟัลต์

(5) ใช้รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ขนาด 4-6 ตัน บดทับเป็นครั้ง
สุดท้ายประมาณ 2 เที้ยว แต่ต้องไม่ทำให้หินย่อยหรือกรวดย่อยแตก

(6) การเปิดการจราจร กรณีเร่งด่วนให้เปิดใช้งานได้ หลังจากบด
ทับแล้วเสร็จเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แต่ต้องจำกัดความเร็วไว้ที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2) การก่อสร้างผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น (Double
Surface Treatment)

ขั้นตอนการก่อสร้าง

(1) ทำการลาดแอสฟัลต์ให้สม่ำเสมอ

(2) ทำการโรยหินย่อยหรือกรวดย่อยปิดทับแอสฟัลต์และทำการ
บดทับทันทีด้วยรถบดล้อยาง ประมาณ 2-3 เที้ยว

(3) ทำการเกลี่ยหินหรือกรวดประมาณ 2 เที้ยว ให้ปิดทับหน้า
แอสฟัลต์อย่างสม่ำเสมอ

(4) ทำการบดทับด้วยรถบดล้อยางจนหินย่อย หรือกรวดย่อยฝัง
ตัวลงไปเนื้อแอสฟัลต์

(5) ใช้รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ขนาด 4-6 ตัน บดทับเป็นครั้ง
สุดท้ายประมาณ 2 เที้ยว แต่ต้องไม่ทำให้หินย่อยหรือกรวดย่อยแตก

(6) ก่อนทำผิวทางชั้นที่สอง ต้องทิ้งช่วงเวลาไว้ดังนี้

- สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง
- สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชัน ควรปล่อยทิ้งไว้ 10 ชั่วโมง
- สำหรับคัทแบคแอสฟัลต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ 18 ชั่วโมง

(7) ก่อนเริ่มทำผิวทางชั้นที่สองต้องทำความสะอาดผิวทางชั้นที่หนึ่ง
ก่อน เพื่อให้ยางแอสฟัลต์สามารถยึดเกาะกันได้ดี

(8) เมื่อทำการลาดยางแอสฟัลต์ชั้นที่สองแล้วเสร็จให้ทำการโรยหิน
ย่อยหรือกรวดย่อยปิดทับทันที

(9) การเปิดการจราจร กรณีเร่งด่วนเมื่อทำผิวชั้นที่หนึ่งแล้วเสร็จก็
สามารถเปิดการจราจรได้ก่อนช่วงหนึ่ง หรือรอจนทำการก่อสร้างเสร็จสองชั้นจึงทำการเปิด
การจราจร

ข. ผิวทางแบบพีนีเทรชันแมคคาดีม (Penetration Macadam) แอสฟัลต์ที่
ใช้ ชนิด AC 60-70 , AC 80-100 ผิวทางชนิดพีนีเทรชันแมคคาดีม เป็นผิวทางที่ก่อสร้างเป็น
ชั้น ๆ โดยการลาดแอสฟัลต์บนวัสดุหินย่อย หรือกรวดย่อยที่ทำการบดทับแล้ว

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- 1) ทำการโรยหินชั้นที่หนึ่งและทำการเกลี่ยแต่งให้ชิดติดกัน
- 2) ใช้รถบดล้อยางหรือล้อเหล็กบดทับจนแน่น
- 3) ทำการพ่นแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิและปริมาณที่กำหนด
- 4) ทำการโรยหินหรือกรวดชั้นต่อไปทันที
- 5) ทำการบดทับทันทีด้วยรถบดล้อยางด้วยความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่ยังร้อนอยู่ ไม่น้อยกว่า 10 เทียว
- 6) ให้ทำสลับเป็นชั้น ๆ ไป จนครบจำนวนชั้นตามกำหนด
- 7) สุดท้ายทำการนวด (Kneading) โดยใช้รถบดล้อยางบดทับผิวหน้าของชั้นผิวทาง อย่างน้อย 30 เทียว ติดต่อกัน
- 8) การเปิดการจราจร ให้เปิดการจราจรได้ทันที โดยจำกัดความเร็วไม่ให้เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในระยะเวลา 2 วันแรก ถ้าฝนตกยังไม่ควรเปิดการจราจร

ค. ผิวทางแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ วัสดุผสมร้อนด้วยยางแอสฟัลต์อิมัลชัน (Hot Mixed Asphalt) และ วัสดุผสมเย็นด้วยยางแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cold Mixed Asphalt)

1) วัสดุผสมร้อนด้วยยางแอสฟัลต์อิมัลชัน (Hot Mixed Asphalt) คือ การผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องคำนวณความเร็วของเครื่องปูให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ การปูจะต้องดำเนินการไปโดยต่อเนื่องมากที่สุด ด้วยความเร็วการปูที่สม่ำเสมอตลอดความกว้างของพื้นที่ปู

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- (1) การปูแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรก หรือเต็มผิวจราจรในคราวเดียวจะต้องการบดทับ ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้
 - บดทับรอยต่อตามขวาง โดยให้ใช้รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ บดทับจนได้รอยต่อที่เรียบและแน่นตามข้อกำหนด
 - บดทับขอบผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านนอก
 - บดทับชั้นต้น โดยทำต่อจากการบดทับรอยต่อเรียบ ร้อย แล้วการบดทับใช้รถบดสันสะเทือนใช้ความถี่สันสะเทือน 2000-3000 รอบต่อนาที
 - บดทับชั้นกลาง โดยทำการบดทับเมื่อชั้นทางมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส ควรทำต่อจากการบดทับชั้นต้น ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ การบดทับให้ใช้ รถบดล้อยาง หรือล้อเหล็กก็ได้
 - บดทับชั้นสุดท้าย โดยทำการบดทับ เมื่อชั้นทางมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 66 องศาเซลเซียส ใช้รถบดล้อเหล็กแบบไม่สันสะเทือน

(2) การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายช่องจราจรพร้อมกัน หรือปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ประกบกับช่องจราจรเดิมที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว หรือประกบกับแนวโครงสร้างใดที่มีอยู่แล้ว จะต้องทำการบดทับ ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- บดทับรอยต่อตามขวาง โดยให้ใช้รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ บดทับจนได้รอยต่อที่เรียบและแน่นตามข้อกำหนด
- บดทับรอยต่อตามยาว โดยให้ทำการบดทับบริเวณกึ่งกลาง รอยต่อ ทำการบดทับจนกว่าจะได้รอยต่อที่เรียบและแน่นตามที่กำหนด
- บดทับขอบผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านนอก
- บดทับชั้นต้น โดยทำต่อจากการบดทับรอยต่อเรียบร้อยแล้ว การบดทับใช้รถบดสันสะเทือนใช้ความถี่สันสะเทือน 2000-3000 รอบต่อนาที
- บดทับชั้นกลาง โดยทำการบดทับเมื่อชั้นทางมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส ควรทำต่อจากการบดทับชั้นต้น ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ การบดทับให้ใช้ รถบดล้อยาง หรือล้อเหล็กก็ได้
- บดทับชั้นสุดท้าย โดยทำการบดทับ เมื่อชั้นทางมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 66 องศาเซลเซียส ใช้รถบดล้อเหล็กแบบไม่สันสะเทือน

2) วัสดุมวลรวมผสมเย็นด้วยยางแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cold Mixed Asphalt) จะต้องทำความสะอาดฝุ่นผง และคราบน้ำมันต่าง ๆ ออกให้หมดมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ด้วยการใช้ไม้กวาดหมุนหรือใช้เครื่องเป่าลม การลาดยางแอสฟัลต์ (Tack Coat) ใช้ยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิดแยกตัวเร็วปานกลางหรือแยกตัวช้าผสมกับน้ำโดยอัตราส่วนเท่าตัวลาดในอัตรา 0.2-0.6 ลิตรต่อตารางเมตร

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- (1) ทำการปูวัสดุผสมเย็นด้วยเครื่องปูวัสดุผสมเย็น
- (2) ใช้รถบดล้อเหล็กหนัก 8-12 ตัน บดทับ 2-4 เที่ยว ด้วยความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- (3) ให้ใช้หินฝุ่นหรือ ทรายหยาบแห้งสะอาดเกลี่ยในอัตรา 2-4 กิโลกรัม ต่อตารางเมตร
- (4) ใช้รถบดล้อยางขนาด 20 ตัน มีล้ออย่างน้อย 9 ล้อบดทับ โดยใช้ความเร็วไม่เกิน 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ประมาณ 6-10 เที่ยว
- (5) ใช้รถบดล้อเหล็กขนาด 8-12 ตัน บดทับแต่งผิวให้เรียบ
- (6) การเปิดจราจร ปิดการจราจรประมาณ $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

ง. ผิวทางแบบพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีต (Porous Asphalt Concrete) คือ วัสดุผสมที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวม (Aggregate) กับโพลีเมอร์โมดิฟายด์แอสฟัลต์

ซีเมนต์ (Polymer Modified Asphalt Cement) ที่โรงงานผสม ลักษณะผิวเมื่อทำเสร็จจะมีผิวหน้า
หยาบ มีรูพรุนสูงน้ำซึมผ่านได้ดี เพิ่มค่าความฝืดของผิวทาง ไม่เกิดฟิล์มของน้ำ (Hydroplaning)
และลดระดับเสียงขณะรถวิ่งผ่าน มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นชั้นผิวทาง

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ทำการปูแอสฟัลต์คอนกรีตที่เตรียมไว้ ลงบนชั้นพื้นทางแต่ต้องทำ
ให้เสร็จภายใน 60 นาที

2) ทำการบดทับขณะส่วนผสมมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 120-150 องศา
เซลเซียส

3) บริเวณรอยต่อให้บดทับด้วยรถบดชนิดสันสะเทือนได้

4) บริเวณอื่นให้บดทับด้วยรถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ ประมาณ 4-6 เที่ยว
ให้ได้ความแน่นตามข้อกำหนด

จ. ผิวทางแบบปรับปรุงพิเศษ (Modified Asphalt Concrete) คือวัสดุผสมที่
ได้จากการผสมพวกถ้ำลอย หรือวัสดุอื่น ๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติของผิวถนนตามที่ต้องการ เช่น
ความทนทานต่อการสึกกร่อน ความปลอดภัย เพื่อใช้ทดแทนผิวทางเดิม ๆ ที่ทำกันอยู่ ส่วนมากยัง
อยู่ในการทดลองมีการทดลองสร้างเป็นช่วง ๆ สำหรับทดสอบเป็นตัวอย่าง

5.2 ชั้นพื้นทาง(Base)คือชั้นที่ทำหน้าที่รองรับชั้นผิวทางของถนนสำหรับถนนคอนกรีต
วัสดุที่ใช้จะเป็น ทราย หินคลุก กรวดโม แต่สำหรับถนนลาดยางแอสฟัลต์ วัสดุที่ใช้จะเป็นพวก
หินคลุก หินคลุกผสมซีเมนต์ หรือดินซีเมนต์

5.2.1 พื้นทางทราย ต้องเป็นวัสดุที่มีเม็ดแข็ง ทนทาน สะอาด ปราศจากก้อนดิน
เหนียว (Clay Lump) หน้าดิน (Top Soil) วัชพืช มีขนาดละเอียด ขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 9.5
มิลลิเมตร มีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร ไม่เกิน ร้อยละ 10

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) รดน้ำชั้นรองพื้นทางให้เปียกชื้นสม่ำเสมอ

2) ทำการปูชั้นพื้นทาง ทำการเกลี่ยและเพิ่มน้ำจนมีปริมาณที่พอเหมาะ

3) ทำการบดทับทันที

4) เปิดการจราจรได้ทันที

5.2.2 พื้นทางหินคลุก ลักษณะเป็นหินไม่มวลรวม ซึ่งมีขนาดคละกันอย่างสม่ำเสมอ
จากใหญ่ไปหาเล็ก

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ให้ทำการรดน้ำที่ชั้นรองพื้นทาง ให้เปียกชื้นสม่ำเสมอ

2) ทำการปูหินคลุก ทำการเกลี่ย และผสมน้ำเพิ่มให้มีปริมาณความชื้นที่

พอเหมาะ

3) ทำการบดทับพื้นที่ด้วยรถบดล้อยางหรือเครื่องมือบดทับที่เหมาะสมโดยทำการบดทับเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 150 มิลลิเมตร เมื่อจะทำชั้นถัดไปให้พ่นน้ำบริเวณผิวหน้าก่อนทำการปูชั้นถัดไป

4) กรณีผิวหน้าของหินคลุกเรียบเป็นมันให้ทำการครูดผิวหน้าแล้วพ่นน้ำให้ชุ่มชื้น ก่อนทำการปูชั้นพื้นทางถัดไป

5) การเปิดการจราจร สามารถเปิดได้ทันที แต่ต้องคอยพ่นน้ำบาง ๆ ตลอดเวลา ในกรณีที่ไม่ได้ทำ Prime Coat

5.2.3 พื้นทางกรวดไม่วัสตุใช้กรวดไม่วรรวม มีขนาดคละกัอย่างสม่ำเสมอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ให้ทำการรดน้ำที่ชั้นรองพื้นทาง ให้เปียกชื้นสม่ำเสมอ

2) ทำการปูหินคลุก ทำการเกลี่ย และผสมน้ำเพิ่มให้มีปริมาณความชื้นที่

พอเหมาะ

3) ทำการบดทับพื้นที่ด้วยรถบดล้อยาง หรือเครื่องมือบดทับที่เหมาะสม โดยทำการบดทับเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 150 มิลลิเมตร เมื่อจะทำชั้นถัดไปให้พ่นน้ำบริเวณผิวหน้าก่อนทำการปูชั้นถัดไป

4) กรณีผิวหน้าของหินคลุกเรียบเป็นมันให้ทำการครูดผิวหน้าแล้วพ่นน้ำให้ชุ่มชื้น ก่อนทำการปูชั้นพื้นทางถัดไป

5) การเปิดการจราจร สามารถเปิดได้ทันที แต่ต้องคอยพ่นน้ำบาง ๆ ตลอดเวลา ในกรณีที่ไม่ได้ทำ Prime Coat

5.2.4 พื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ (Cement Modified Crushed Rock Base) คือ หินคลุกผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ หลังจากผสมหินคลุกผสมซีเมนต์เข้ากันดีแล้ว

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ทำการผสมหินคลุกกับซีเมนต์ และน้ำให้เข้ากัน และทำการขนย้ายมาปูชั้นพื้นทาง ทำการบดทับพื้นที่ โดยใช้เวลาไม่เกิน 2 เดือน

2) ทำการพ่นน้ำเลี้ยงผิวหน้าของพื้นทางหินคลุกในช่วง 3 วันแรกติดต่อกันเพื่อทำการบ่ม

3) การเปิดการจราจรหลังจากทำการบดทับเสร็จสามารถเปิดการจราจรได้ตามปกติ

5.2.5 พื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Base) ดินซีเมนต์มีส่วนผสมคือ ดินปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และน้ำ หลังจากที่ได้ผสมดินซีเมนต์เข้ากันดีแล้ว

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ทำการผสมดิน ปูนซีเมนต์ และน้ำให้เข้ากัน และทำการขนย้ายมาปูชั้นพื้นทาง ทำการบดทับทันที โดยใช้เวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

2) ทำการพ่นน้ำเลี้ยงผิวหน้าของพื้นทางหินคลุกในช่วง 3 วันแรกติดต่อกัน เพื่อทำการบ่ม

3) การเปิดการจราจร หลังจากทำการบดทับเสร็จ สามารถเปิดการจราจรได้ตามปกติ

5.3 ชั้นรองพื้นทาง (Subbase) เป็นชั้นที่สร้างสำหรับรองรับชั้นพื้นทางแบบต่างๆ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างสำหรับถนนคอนกรีตจะเป็นวัสดุมวลรวม สำหรับถนนลาดยางแอสฟัลต์จะเป็นวัสดุมวลรวม ดินซีเมนต์ วัสดุคัดเลือก ก และวัสดุคัดเลือก ข

5.3.1 ชั้นรองพื้นทางวัสดุมวลรวม

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ก่อนลงวัสดุมวลรวมให้รดน้ำบริเวณที่จะทำการปูชั้นรองพื้นทางให้ชุ่มชื้น

2) ทำการเกลี่ย คลุกเคล้า ผสมน้ำเพิ่ม จนส่วนผสมคละกักันดี และได้ความชื้นที่เหมาะสม

3) ทำการบดทับทันทีให้ได้ความแน่นและความหนา ระดับ รูปร่างตามข้อกำหนด

5.3.2 ชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Subbase)

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ทำการผสมดินซีเมนต์ให้เข้ากัน

2) ทำการปูและบดทับให้แน่นทันที โดยภายใน 15 นาที ให้ทำการบดทับให้ได้มากที่สุด ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนบดทับเสร็จไม่ควรใช้เวลาเกิน 2 ชั่วโมง

3) ให้ทำการพ่นน้ำเลี้ยงผิวหน้าติดต่อกันในช่วง 3 วันแรก หลังการบดทับ

5.3.3 ชั้นรองพื้นทางวัสดุคัดเลือก มีการจำแนกออกเป็นวัสดุคัดเลือก ก. และวัสดุคัดเลือก ข. ดังนี้คือ

ก. ชั้นรองพื้นทางวัสดุคัดเลือก ก. ต้องมีขนาดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์200) ไม่เกินร้อยละ 30 มีค่า Liquid Limit ไม่เกินร้อยละ 40 ค่า Plasticity Index ไม่เกินร้อยละ 20 ค่า CBR ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- 1) ให้ทำการราดน้ำลงบนพื้นคันทางที่จะปูวัสดุคัดเลือก ก.
- 2) ทำการปูวัสดุ โดยขณะทำการเคลื่อนย้ายและขณะทำการปูวัสดุคัดเลือก ระวังอย่าให้เกิดการแยกตัว (Segregation) ถ้าเกิดการแยกตัวให้ทำการผสมใหม่ในสนาม (Road-Mix)
- 3) ทำการเกลี่ยให้ได้ตามรูปแบบที่กำหนด และทำการบดทับให้แน่น
- 4) การก่อสร้างแต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 150 มิลลิเมตร
- 5) การเปิดการจราจรสามารถเปิดได้ตามปกติ แต่ควรพ่นน้ำเพื่อป้องกัน

ฝุ่นฟุ้งกระจาย

ข. ชั้นรองพื้นทางวัสดุคัดเลือก ข. วัสดุรวมรวม (Soil Aggregate) หรือทราย คุณสมบัติของวัสดุ ต้องมีขนาดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 35 มีค่า CBR ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- 1) ให้ทำการราดน้ำลงบนชั้นดินคันทาง ให้เปียกชื้นสม่ำเสมอ
- 2) ทำการขนย้ายวัสดุ และทำการปูวัสดุคัดเลือก อย่าให้เกิดการแยกตัว
- 3) ทำการเกลี่ยแต่ง ให้ได้แนว ระดับตามรูปแบบ
- 4) การก่อสร้างแต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 150 มิลลิเมตร
- 5) การเปิดการจราจรให้ทำการเปิดได้ตามปกติ แต่ควรพ่นน้ำเพื่อป้องกัน

ฝุ่นฟุ้งกระจาย

5.4 ชั้นคันทาง (Embankment) เป็นชั้นที่สร้างสำหรับรองรับชั้นรองพื้นทาง และสร้างอยู่บนชั้นดินเดิมที่ทำการบดอัดแน่นดีแล้ว วัสดุที่ใช้พวกดินถมคันทาง ทรายถมคันทาง และหินถมคันทาง

5.4.1 ดินถมคันทาง ดินมีความแน่นแห้งไม่น้อยกว่า 1,440 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ขั้นตอนการก่อสร้าง

- 1) ทำการราดน้ำลงบนพื้นที่จัดเตรียมไว้ให้เปียกชื้นสม่ำเสมอ
- 2) ทำการเกลี่ยและบดทับทันที
- 3) การก่อสร้างแต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 150 มิลลิเมตร ทำการก่อสร้างให้ได้ความหนาตามแบบกำหนด
- 4) สามารถเปิดการจราจรได้ทันที

5.4.2 ทราียมคันทาง

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ทำการปรับหน้าดินโดยการกำจัดวัชพืช ตอไม้ และสิ่งที่ไม่ต้องการออกก่อน ถ้ามีเลนให้ทำการตักเลนออก แล้วใช้ทรายถมไล่เลนออกจนพื้นบริเวณที่ต้องการ

2) เริ่มทำการนำทรายเข้ามา ทำการเกลี่ย คลุกเคล้า และทำการบดทับ

พื้นที่

3) ทำการก่อสร้างชั้นทาง ชั้นถัดไปปิดทับพื้นที่ ถ้าทำการก่อสร้างแบบ Preload ด้วยน้ำหนักส่วนเกิน (Surcharge) ให้ทำการถมทรายคันทางเป็นชั้น ๆ หนาไม่เกินชั้นละ 20 มิลลิเมตร จนได้ระดับ (Preload Elevation) แล้วปล่อยให้ได้ระยะเวลาที่กำหนด จึงทำการขุดดินส่วนเกินออก

4) ทำการบดทับและปรับแต่งให้ได้ตามรูปแบบ

5.4.3 หินถมคันทาง หินที่จะนำมาใช้เป็นหินถมคันทาง ต้องเป็นหินคละกันจาก

ขนาดใหญ่ไปหาเล็ก ไม่มีสิ่งอื่นเจือปน

ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ทำการปรับหน้าดินโดยการกำจัดวัชพืช ตอไม้ และสิ่งที่ไม่ต้องการออกก่อน

2) ทำการก่อสร้างชั้นล่างสุด โดยใช้วัสดุขนาดโตสุดไม่เกิน 750 มิลลิเมตร การก่อสร้างแต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 1 เมตร

3) ทำการก่อสร้างชั้นบน โดยใช้วัสดุขนาดโตสุดไม่เกิน 100 มิลลิเมตร การก่อสร้างแต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 100 มิลลิเมตร

4) ทำการก่อสร้างชั้นบนสุด โดยใช้วัสดุขนาดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร การก่อสร้างแต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 150 มิลลิเมตร

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (CPU 2.56 GHz , Ram 510 MB) การแสดงผลหน้า
ควมตั้งค่าที่ 1020 x 768 Pixels จะเหมาะสมที่สุด
2. เครื่องพิมพ์
3. ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window XP
4. โปรแกรม Microsoft Access 2003

วิธีการ

1. สัมภาษณ์วิศวกรโครงการของกรมทางหลวงและวิศวกรโครงการฝ่ายผู้รับเหมาโครงการก่อสร้างถนนเพื่อศึกษาลักษณะการวางแผนการก่อสร้าง
2. วิเคราะห์หารูปแบบของแผนการทำงานจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาโปรแกรม
3. ออกแบบความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล
4. พัฒนาโปรแกรมด้วยชุดโปรแกรมสำเร็จรูปสำนักงาน Microsoft Office
5. ทดสอบการใช้งานโปรแกรมที่จัดทำขึ้นจากตัวอย่างข้อมูลที่จัดทำมา
6. สรุปผล

ผลการศึกษาและการวิจารณ์

ผลการศึกษา

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างถนน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การวางแผน ขั้นตอนการทำงาน ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง โดยวิธีการสัมภาษณ์วิศวกร โครงการก่อสร้างถนนหลายโครงการ ส่วนที่สองเป็นการพัฒนาโปรแกรม

1. ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์

การทำงานวิจัยครั้งนี้ผู้ทำการวิจัยได้ออกเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และวิธีการปฏิบัติงานของฝ่ายผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง โดยได้ไปทำการสัมภาษณ์ โครงการต่าง ๆ และทำการสรุปผล แสดงดังต่อไปนี้ คือ

1.1 รายชื่อโครงการที่ไปทำการสัมภาษณ์

- โครงการก่อสร้างสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณห้าแยกปากเกร็ดและถนนต่อเชื่อม
- โครงการปรับปรุงซอยแบริ่งและก่อสร้างทางเชื่อมซอยลาซาล
- โครงการก่อสร้างถนนสายพระประแดง – บางปลากรด
- โครงการก่อสร้างถนนสายหลักสี่ – ปากเกร็ด
- โครงการก่อสร้างถนนสายรังสิต – ถนนเลียบคลองรังสิต
- โครงการก่อสร้างถนนทางเลี่ยงเมืองสุพรรณบุรี ตอนที่3 ส่วนที่1
- โครงการก่อสร้างถนนทางเลี่ยงเมืองสุพรรณบุรี ตอนที่3 ส่วนที่2
- โครงการก่อสร้างถนนสายมอเตอร์เวย์ – ศรีนครินทร์ – สนามบินสุวรรณภูมิ

1.2 สรุปลักษณะงานก่อสร้างถนน โดยทำการจำแนกตามลักษณะของโครงการที่มีการดำเนินการอยู่ในปัจจุบันได้ดังนี้คือ

1.2.1 งานก่อสร้างเส้นทางใหม่

มีปัญหาบ่อยมากงานส่วนมากจะทำการก่อสร้างในต่างจังหวัดเนื่องจากเป็นแนวเส้นทางใหม่จึงไม่มีปัญหาในเรื่องกรณีพิพาทต่างๆ เช่นการเวนคืนที่ดิน การจ่ายค่ากรรมสิทธิ์ที่ดิน ส่วนมากจะมีการกันเขตทางไว้ล่วงหน้าแล้วจึงสะดวกในการปฏิบัติงานในขณะที่ทำการก่อสร้าง จะมีปัญหาที่เรื่องการขนวัสดุ เครื่องจักร เข้าไปทำงานซึ่งต้องมีเวลาเคลื่อนย้ายและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นที่ต้องพิจารณาและค่าใช้จ่ายในเดินทางไปตรวจงาน การวางแผนงานและการควบคุมให้เป็นไปตามแผนงานจะทำให้ดีกว่าการก่อสร้างถนนภายในเมือง

1.2.2 งานก่อสร้างขยายเส้นทางและปรับปรุงเส้นทางเดิม

งานขยายเส้นทางการทำงานจะทำการขยายบริเวณขอบทางซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับผิวการจราจรที่กำลังใช้งานอยู่จึงไม่ค่อยมีผลกับระบบการจราจรหลักที่กำลังใช้งานอยู่ ผู้รับเหมาจะทำผิวทางบริเวณส่วนขยายให้เสร็จก่อนจึงจะทำการย้ายทิศทางการจราจรให้ใช้เส้นทางใหม่ที่ขยาย แล้วจึงค่อยทำการปรับปรุงเส้นทางเดิม ซึ่งจะทำให้ไม่มีผลกระทบต่อจราจรมากนัก แต่ก็ยังมีปัญหาเป็นจุดๆ เนื่องจากการกองวัสดุ การวางเครื่องจักรในการก่อสร้างขณะทำงาน

1.2.3 งานปรับปรุงผิวจราจรเส้นทางเดิม

งานปรับปรุงเส้นทางเดิมส่วนมากจะเป็นการปรับปรุงผิวการจราจร โดยจะมีการทำการลอกผิวการจราจรส่วนที่ชำรุดออกซึ่งต้องใช้เครื่องจักรช่วยในการทำงาน ซึ่งขณะทำงานจะมีการปิดการจราจรเป็นช่วงๆ บางช่วงปิดการจราจรทีละ 1 เส้นทางสำหรับทำการปรับปรุง เมื่อปรับปรุงเสร็จก็จะทำการสลับเส้นทางกัน จะทำให้ปัญหาการจราจรมีน้อยลง และหลีกเลี่ยงช่วงเวลาเทศกาลเนื่องจากปริมาณการจราจรหนาแน่นมากจะทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

1.3 การเบิกจ่ายเงินงวดงาน

การเบิกจ่ายเงินค่างวดงานจะเป็นแบบราคาต่อหน่วย(Unit Price) ที่ทำได้จริงโดยทำการวัดปริมาณงานที่ทำได้จริงหน้างานเพื่อจ่ายเงินเป็นงวดๆ ส่วนมากเจ้าของงานจะให้ผู้รับเหมาทำการเบิกจ่ายให้ได้ทุก ๆ เดือน แต่ในทางปฏิบัติจริงผู้รับเหมาอาจรวมหลาย ๆ เดือนแล้วค่อยเบิกเงินค่างวดงานเนื่องจากปริมาณงานทำได้ไม่มากนัก การเบิกจ่ายหลาย ๆ เดือนจะเป็นผลเสีย

กับทางผู้ว่าจ้างซึ่งอาจต้องจ่ายเงินเพิ่มจากเดิมอีกเนื่องจากค่าตัวคูณที่ระบุไว้ในสัญญา (K) อันเนื่องมาจากค่าวัสดุต่างๆ มีการปรับขึ้น – ลงตามราคาตลาด ปริมาณงานส่วนมากถ้ามีความแตกต่างไม่มากนักกับปริมาณงานตามแผนงานที่กำหนดไว้ทางฝ่ายผู้ว่าจ้างและทางผู้รับเหมาจะคิดแบบถัวจ่ายให้พอดีกับงบประมาณคือการเพิ่มหรือตัดให้ปริมาณงานได้ตามต้องการ ถ้าปริมาณงานที่ต้องทำกับปริมาณงานตามแผนงานมีความแตกต่างกันมากโดยเฉพาะเมื่องบประมาณไม่เพียงพอกับปริมาณงานที่ต้องทำตามรูปแบบ การดำเนินงานโดยทั่วไปทางฝ่ายผู้ว่าจ้างจะต้องทำเรื่องของบประมาณเพิ่มเติมในงบประมาณครั้งต่อไป ซึ่งส่วนมากถ้าเป็นโครงการเร่งด่วนและมีความสำคัญจะไม่มีปัญหาในการอนุมัติงบประมาณเพิ่มเติม แต่กว่าจะมีการอนุมัติเบิกจ่ายงบประมาณได้ก็ต้องใช้เวลาในการดำเนินงาน ดังนั้นถ้าทางฝ่ายผู้รับเหมาทราบปัญหาเรื่องปริมาณงานล่วงหน้าก่อนแล้วอาจจะเสนอเรื่องขอเพิ่มงบประมาณได้ก่อนและอาจจะได้รับอนุมัติงบประมาณได้ทันในงบประมาณที่กำลังดำเนินการได้ทันที

1.4 สรุปอัตราการทำงานจากการสัมภาษณ์ ในกรณีสภาพพื้นที่ปกติ

- 1.4.1 เปิดหน้าดินทำงานได้ ประมาณ 200 เมตร / สัปดาห์
- 1.4.2 ลงทราย (ปริมาณหลวม) ประมาณ 4,000 คิว / วัน
- 1.4.3 การรอเวลา Preload ใช้เวลาประมาณ 6 เดือน ค่ายุบตัวประมาณ 20 เซนติเมตร
- 1.4.4 งานลูกรัง ชั้นรองพื้นทาง ทำได้ประมาณ 20-30 เมตร ต่อวัน ปริมาณงานที่ทำได้ประมาณ 500 คิว / 1 ชุดการทำงาน
- 1.4.5 งานหินคลุก ชั้นรองพื้นทาง ทำได้ประมาณ 20 เมตร ต่อวัน ปริมาณงานที่ทำได้ ประมาณ 200 คิว / 1 ชุดการทำงาน
- 1.4.6 RC Pavement ทำได้ประมาณ 100 -150 เมตร / 1 ช่องจราจร/1วัน
- 1.4.7 การทำผิวถนนคอนกรีต ปกติใช้เวลา 14 วัน ถ้าเร่งจะใช้เวลาประมาณ 3-7 วัน และมีการใช้น้ำยาช่วยเร่งกำลังของคอนกรีตช่วยจะทำให้เร่งเวลาได้
- 1.4.8 Asphalt Concrete Pavement ทำได้ประมาณ 1 กิโลเมตร/1 ช่องจราจร / 1 วัน
- 1.4.9 ข้อจำกัดเรื่องการก่อสร้างในเมือง รถติดเวลาช่วงเวลาเร่งด่วน และจะให้ทำงานได้ในช่วงเวลา 20.00 – 05.00 น.
- 1.4.10 จำนวนคนทำงาน กรณีถนนคอนกรีต ประมาณ 30 คน ต่อ 1 ชุดการทำงาน
- 1.4.11 จำนวนคนทำงาน กรณีถนนลาดยาง ประมาณ 10 คน ต่อ 1 ชุดการทำงาน

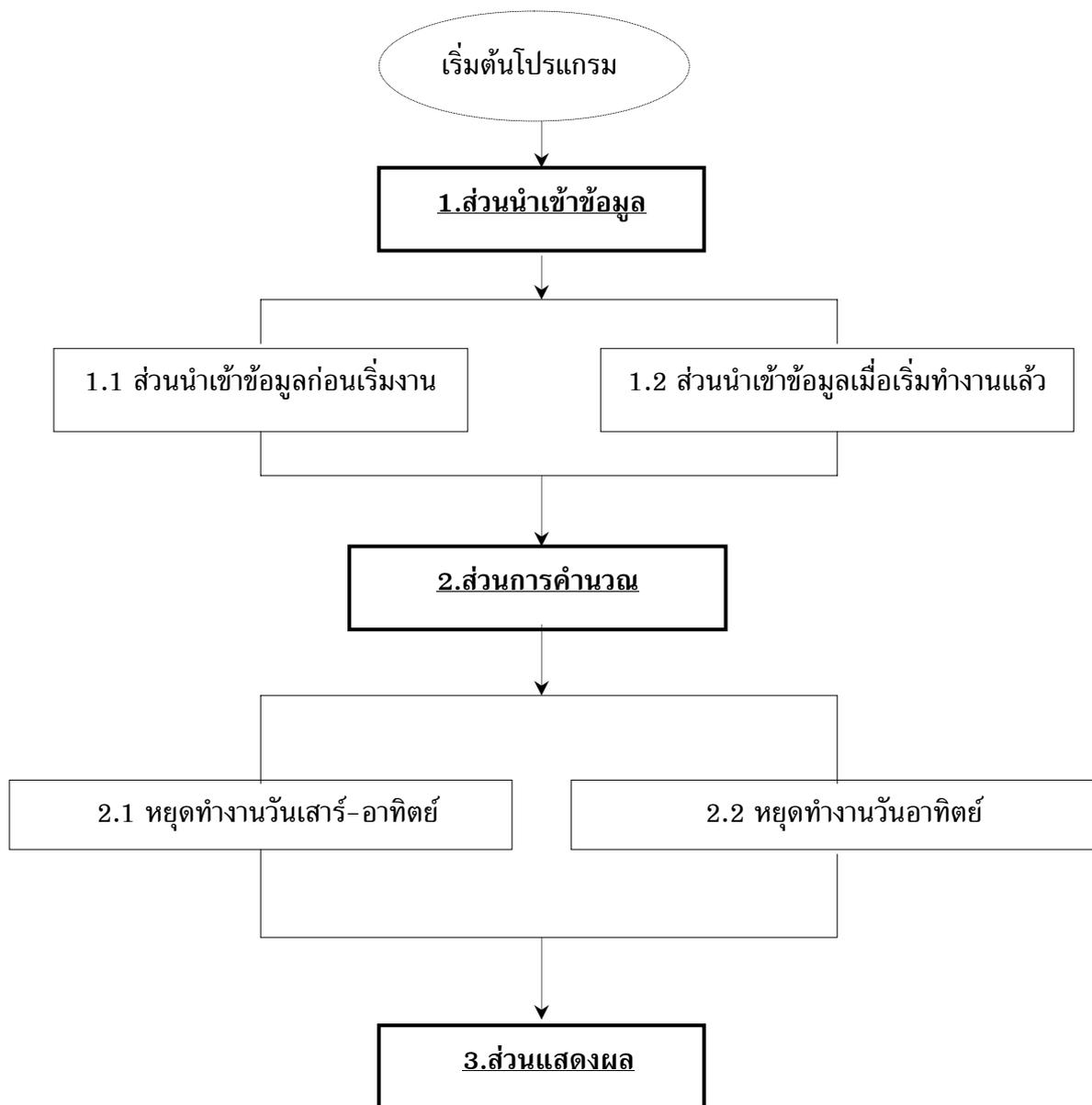
1.5 สรุปปัญหาในการก่อสร้าง

การวางแผนการทำงานบริเวณที่ทำการก่อสร้างในเมืองจะลำบากกว่าถนนนอกเมือง เนื่องจากระบบถนนภายในเมืองจะมีความซับซ้อนกว่าถนนนอกเมืองและระบบสาธารณูปโภคของเดิมที่มีอยู่ต้องมีการประสานงานกับหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานระบบสาธารณูปโภคทั้งบนดินและใต้ดินคือ การประปานครหลวง การไฟฟ้านครหลวง และองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยสำหรับการรื้อถอน(อุปกรณ์พิเศษ) บางชนิดต้องใช้ช่างเทคนิคเฉพาะทางด้านนั้น ๆ ในการรื้อถอนและเคลื่อนย้ายจะต้องรอเวลา และระยะเวลาสำหรับการก่อสร้างโดยทั่วไปจะถูกกำหนดให้สั้นกว่าการก่อสร้างนอกเมืองเนื่อง จากปัญหาเรื่องรถติดกีดขวางการจราจรการวางแผนการทำงานต้องเร่งงานเพื่อให้งานเสร็จเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ลักษณะสัญญาที่ก่อสร้างภายในเมืองจะตั้งค่าปรับรายวันไว้แพงกว่าการก่อสร้างถนนในต่างจังหวัดเนื่องจากทางฝ่ายผู้ว่าจ้างต้องการให้งานก่อสร้างแล้วเสร็จโดยเร็ว ซึ่งเวลาการทำงานหลัก ๆ ส่วนมากจะเป็นเวลาตอนกลางคืนมากกว่าตอนช่วงเวลาตอนกลางวันเนื่องจากปัญหาเรื่องการจราจร และสาเหตุเนื่องจากต้องประสานงานกับหลายหน่วยงานซึ่งต้องรอเวลาจึงทำให้การวางแผนและการควบคุมให้เป็นไปตามแผนมีความยากลำบากกว่าการก่อสร้างถนนนอกเมืองเป็นอย่างมาก

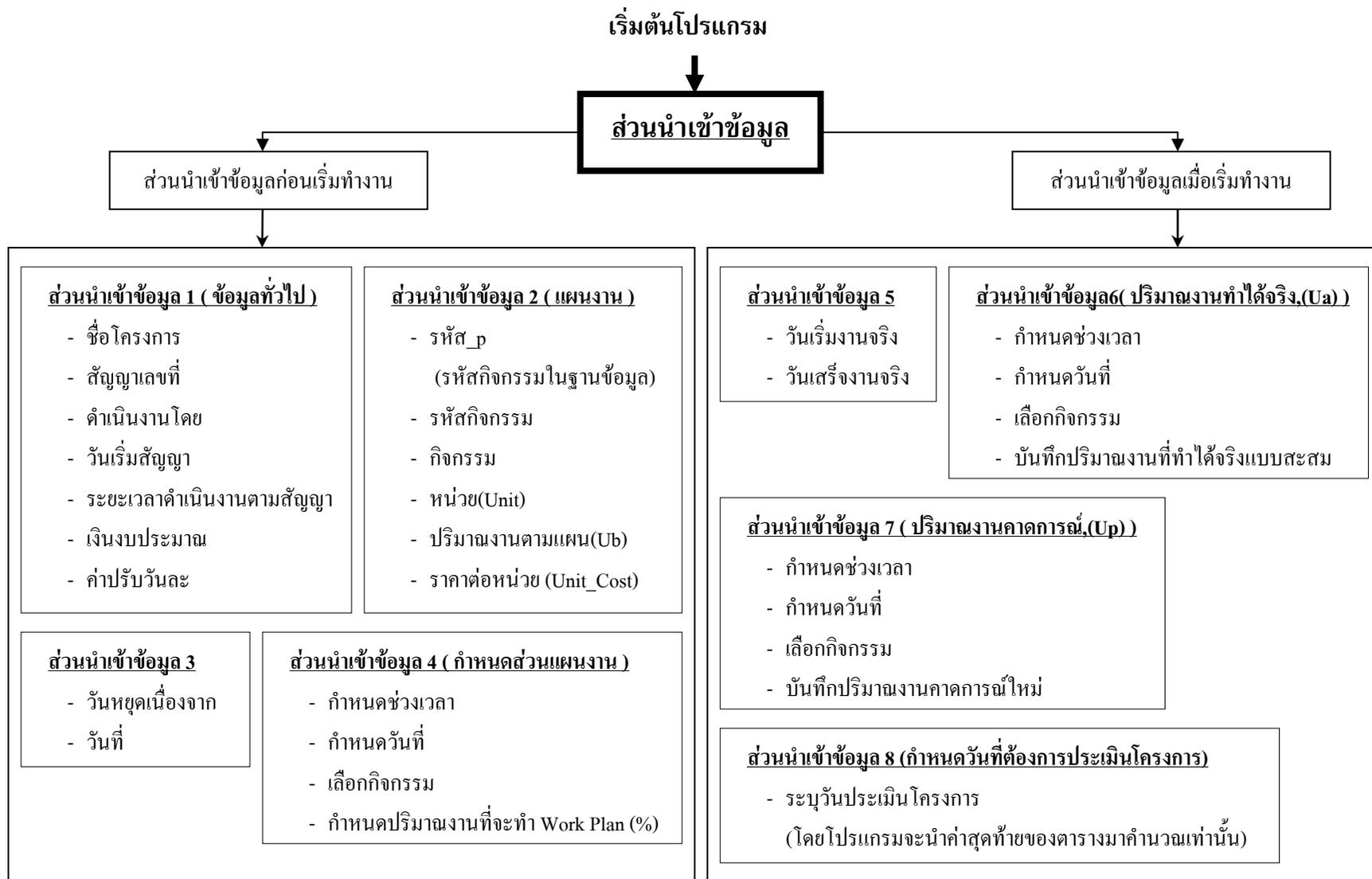
2. การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการประเมินความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างถนน

โปรแกรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการประเมินความก้าวหน้าของโครงการโดยจะมีความแตกต่างจากโปรแกรมอื่นทั่วไปคือ ประการที่ 1 คือโปรแกรมจะสามารถแยกสาเหตุของความคลาดเคลื่อนได้ 3 สาเหตุหลัก ๆ คือ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มต้นทำงานของแต่ละกิจกรรม ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานไม่ตรงกับปริมาณงานที่วางแผนไว้ และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงานไม่ได้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้ ประการที่ 2 โปรแกรมจะมีความยืดหยุ่นในการกำหนดส่วนแผนงานโดยผู้วางแผนงานจะสามารถกำหนดปริมาณงานในรูปของเปอร์เซ็นต์ที่ต้องการจะทำในแต่ละช่วงเวลาซึ่งโปรแกรมทั่ว ๆ ไปจะกำหนดอัตราการทำงานจากปริมาณงานทั้งหมดและระยะเวลาทำงานตามแผนซึ่งอาจทำให้ไม่ตรงกับความต้องการทำงานจริง

การทำงานในส่วนของโปรแกรมจะมีส่วนประกอบหลัก ๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนการนำเข้าข้อมูล ส่วนการประมวลผล และส่วนการแสดงผลข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 7 โดยรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ จะอธิบายไว้ดังนี้คือ



ภาพที่ 7 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมภาพรวม



ภาพที่ 8 แผนผังแสดงรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมส่วนนำเข้าข้อมูล

2.1 ส่วนนำเข้าข้อมูล จะแบ่งออกเป็นอีก 2 ส่วนคือ ส่วนการนำเข้าก่อนเริ่มก่อสร้าง และส่วนการนำเข้าข้อมูลระหว่างดำเนินการก่อสร้าง

2.1.1 ส่วนนำเข้าข้อมูลก่อนเริ่มก่อสร้าง คือส่วนของการวางแผนงานโดยทำการแบ่งงานออกเป็นชุดงาน (Work Package) ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ขอบเขตงาน งบประมาณ และกำหนดเวลา สำหรับงานก่อสร้างถนนจะมีกิจกรรมที่ไม่ซับซ้อนเหมือนงานก่อสร้างอาคาร เนื่องจากลักษณะการทำงานเป็นแบบงานวนซ้ำ (Cycle) ดังนั้นลักษณะกำหนดเวลาการทำงานจะเป็นแบบกราฟแท่ง (Bar Chart) เป็นส่วนมาก ซึ่งโปรแกรมที่จัดทำขึ้นจะรองรับแผนงานที่เป็นแบบกราฟแท่ง ส่วนนำเข้าข้อมูลก่อนเริ่มทำงานจะประกอบด้วย

ก) การนำเข้าข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย

- ชื่อโครงการ หมายถึงชื่อของโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้าง
- สัญญาเลขที่ หมายถึงเลขที่สัญญาที่ทางฝ่ายผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้างทำขึ้นมาด้วยกัน
- ดำเนินงานโดย หมายถึงชื่อบริษัทที่ดำเนินการก่อสร้าง
- วันเริ่มสัญญา หมายถึงวันที่เริ่มต้นนับวันทำงานตามที่กำหนดไว้ในสัญญาก่อสร้าง
- ระยะเวลาดำเนินงานตามสัญญา หมายถึงจำนวนวันทำงานที่ระบุไว้ในสัญญา
- เงินงบประมาณ หมายถึงจำนวนเงินค่าก่อสร้างตามสัญญาที่ทางฝ่ายผู้ว่าจ้างต้องจ่ายให้กับฝ่ายผู้รับจ้าง
- ค่าปรับวันละ หมายถึงจำนวนเงินค่าปรับที่ทางฝ่ายผู้รับจ้างต้องจ่ายให้ทางฝ่ายผู้ว่าจ้างในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถทำงานได้เสร็จตามกำหนดเวลาตามสัญญา

ข) การนำเข้าข้อมูลส่วนแผนงาน ประกอบด้วย

- รหัส_P หมายถึง เป็นโค้ดสำหรับใช้จัดเรียงข้อมูลกิจกรรมในส่วนฐานข้อมูล ต้องเป็นตัวอักษรที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละกิจกรรมโดยขึ้นต้นด้วย A0001 , A0002 , A0003 ตามลำดับ วิธีกำหนดให้เรียงเลขตามลำดับน้อยไปมากตั้งข้างต้น ขณะทำการกำหนดถ้าไม่ทราบที่กำหนดไว้ล่าสุดที่เท่าใดแล้วให้ทำการ Double Click ช่องที่ต้องการบันทึกค่าจะปรากฏค่าล่าสุดออกมาให้ดูให้ทำการบันทึกค่าเรียงต่อจากค่าที่ปรากฏนั้น

- รหัสกิจกรรม หมายถึง ตัวเลขที่จะต้องแสดงให้สัมพันธ์กับชุดงาน (Work Package) ที่กำหนดไว้ โดยรหัสกิจกรรมที่กำหนดขึ้นไว้จะช่วยบอกว่ากิจกรรมนั้นๆ ถูกกำหนดให้อยู่ในกลุ่มงานหลักใดบ้าง
- กิจกรรม หมายถึง ขอบเขตการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในชุดงาน ระบุเป็นชื่อชุดงาน(Work Package)
- หน่วย (Unit) หมายถึง ชื่อของหน่วยที่กำหนดไว้สำหรับใช้วัดปริมาณงานของกิจกรรมในชุดงานนั้นๆ
- ปริมาณงานตามแผน(Ub) หมายถึง ปริมาณงานที่ต้องทำตามชุดงานที่กำหนดไว้ในโครงการ
- ราคาต่อหน่วย(Unit_Cost) หมายถึง ราคาที่ใช้เพื่อทำให้งานเสร็จ รายหน่วยของกิจกรรมในชุดงานที่มีหน่วยเดียวกับหน่วยที่ได้กำหนดไว้สำหรับใช้วัดปริมาณงาน

ค) การกำหนดปฏิทินวันหยุดพิเศษประจำปี

การกำหนดปฏิทินวันหยุดพิเศษนี้ ในส่วนการคำนวณของโปรแกรมจะใช้สำหรับทำการเฉลี่ยส่วนแผนงานจากวันเริ่มงานตามแผนถึงวันที่ทำการประเมินผล

- วันหยุดเนื่องจาก หมายถึงวันหยุดพิเศษที่กำหนดตามกฎหมายให้หยุดเนื่องจากอะไร
- วันที่ หมายถึงให้ใส่วันที่ตรงกับวันหยุดพิเศษ การกรอกข้อมูลให้ใส่ในรูปแบบ วันแบบสั้น (Short Date) คือกำหนดเป็นรูปแบบตัวเลข (วว/ดด/ปปปป) โดยกรอกเฉพาะส่วนที่เป็นตัวเลข 8 หลัก เท่านั้น ตัวอย่างเช่น 01/01/2550 หมายถึงกำหนดเป็น วันที่ 1 มกราคม 2550

ง) การกำหนดส่วนแผนงานในหน่วยเปอร์เซ็นต์

ในส่วนการนำเข้าข้อมูลส่วนแผนงานผู้นำเข้าควรจะต้องมีการกำหนดแผนงานในลักษณะแผนภูมิ (Bar Chart) ไว้ก่อนจะทำให้การนำเข้าข้อมูลมีความสะดวกขึ้นและจะช่วยลดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลส่วนแผนงานได้

- กำหนดช่วงเวลา หมายถึง ผู้ใช้จะต้องทำการกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการจะทำการวางแผนงานอาจกำหนดเป็นทุกสัปดาห์ สองสัปดาห์ หรือกำหนดเป็นเดือน

- กำหนดวันที่ หมายถึงจากการกำหนดช่วงเวลาไว้ว่าจะกำหนดช่วงเวลาแบบใดนั้นให้ผู้ใช้กำหนดวันที่เริ่มต้นของช่วงเวลานั้น ๆ รายช่วงเวลาที่ต้องการประเมินโครงการ
- เลือกกิจกรรม หมายถึง จากการกำหนดกิจกรรมไว้แล้วในส่วนการนำเข้าที่ 2 การทำงานของโปรแกรมจะนำค่าที่กำหนดไว้เป็นรายการให้เลือกในลักษณะ Drop Down ในฟิลด์ที่จะทำการบันทึกค่า
- กำหนดปริมาณงานที่จะทำตามแผนที่วางไว้รายช่วงเวลา หมายถึง การกำหนดปริมาณงานที่จะต้องทำรายช่วงเวลานั้นให้ทำการบันทึกในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ (%) ของปริมาณงานที่กำหนดไว้ตามแผนงานช่วงเวลานั้น ๆ โดยผลรวมแต่ละงานรวมกันแล้วต้องเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์พอดีจึงจะถูกต้อง

2.1.2 ส่วนนำเข้าข้อมูลเมื่อเริ่มทำงานแล้ว คือส่วนการบันทึกข้อมูลหลังจากงานเริ่มต้นทำจริง จะประกอบด้วย วันเริ่มต้นทำงานจริง วันทำงานแล้วเสร็จจริง ปริมาณงานสะสมที่ทำได้จริงรายช่วงเวลา (U_a) ปริมาณงานคาดการณ์ (U_p) เมื่อมีการประเมินปริมาณงานใหม่ของแต่ละช่วงเวลา วันทำการประเมินโครงการ

จ) บันทึกวันเริ่มต้นและวันเสร็จงานจริง

- วันเริ่มงานจริง (As_date) หมายถึงวันที่เริ่มทำงานในแต่ละกิจกรรม จะทำการบันทึกในรูปแบบ วันแบบสั้น (Short Date) คือกำหนดเป็นรูปแบบตัวเลข (วว/ดด/ปปปป) โดยกรอกเฉพาะส่วนที่เป็นตัวเลข 8 หลัก
- วันเสร็จงานจริง (Af_date) หมายถึงวันที่ที่ทำงานเสร็จสมบูรณ์ 100% ตามที่กำหนดไว้ตั้งแผนงาน จะทำการบันทึกในรูปแบบวันแบบสั้น (Short Date) คือกำหนดเป็นรูปแบบตัวเลข (วว/ดด/ปปปป) โดยกรอกเฉพาะส่วนที่เป็นตัวเลข 8 หลัก

ฉ) การนำเข้าข้อมูลปริมาณงานทำได้จริง (U_a)

- กำหนดช่วงเวลา หมายถึงกำหนดจำนวนครั้งที่ทำการบันทึกเป็นเลข 1,2,3,...ตามลำดับและต้องทำการกำหนดวันที่ให้สัมพันธ์กัน
- กำหนดวันที่ หมายถึงให้ผู้ใช้กำหนดวันที่แบบ วันแบบสั้น (Short Date) คือกำหนดเป็นรูปแบบตัวเลข (วว/ดด/ปปปป) โดยกรอกเฉพาะส่วนที่เป็นตัวเลข 8 หลัก ให้มีความสัมพันธ์กับการ กำหนดช่วงเวลา

- **เลือกกิจกรรม** หมายถึง จากการกำหนดกิจกรรมไว้แล้วในส่วนการนำเข้าที่ 2 การทำงานของโปรแกรมจะนำค่าที่กำหนดไว้เป็นรายการให้เลือกในลักษณะ DropDown ในฟิลด์ที่จะทำการบันทึกค่า

- **บันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริงแบบสะสม (Ua)** หมายถึงให้ทำการบันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริงในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดไว้ การกำหนดผู้ใช้งานต้องกำหนดเป็นหน่วยปริมาณงานที่ทำได้จริงตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานจนถึงวันที่ทำการบันทึกและต้องทำการบันทึกแบบปริมาณงานที่ทำได้จริงแบบสะสม โปรแกรมจึงจะสามารถทำงานได้ถูกต้อง

ข) การนำเข้าข้อมูลปริมาณงานคาดการณ์ (Up)

- **กำหนดช่วงเวลา** หมายถึงหมายถึงกำหนดจำนวนครั้งที่ทำการบันทึกเป็นเลข 1,2,3,... ตามลำดับและต้องทำการกำหนดวันที่ให้สัมพันธ์กัน

- **กำหนดวันที่** หมายถึงให้ผู้ใช้กำหนดวันที่แบบ วันแบบสั้น (Short Date) คือกำหนดเป็นรูปแบบตัวเลข (ว/คค/ปปปป) โดยกรอกเฉพาะส่วนที่เป็นตัวเลข 8 หลัก ให้มีความสัมพันธ์กับการ กำหนดช่วงเวลา

- **เลือกกิจกรรม** หมายถึงจากการกำหนดกิจกรรมไว้แล้วในส่วนการนำเข้าที่ 2 การทำงานของโปรแกรมจะนำค่าที่กำหนดไว้เป็นรายการให้เลือกในลักษณะ DropDown ในฟิลด์ที่จะทำการบันทึกค่า

- **บันทึกปริมาณงานคาดการณ์ใหม่** หมายถึงในขณะดำเนินการก่อสร้าง ปริมาณงานก่อสร้างอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากแผนงานตอนที่ดำเนินการอยู่เนื่องจากงานก่อสร้างถนนบนดินคาดการณ์ปริมาณงานได้ยากลำบากเนื่องจากถ้ายังไม่ทำก็ยังไม่เห็นปัญหาที่จะเกิดขึ้น

ช) การกำหนดวันที่ต้องการประเมินโครงการ

- **ระบุวันประเมินโครงการ** หมายถึงให้ผู้ใช้กำหนดวันที่ รูปแบบวันแบบสั้น (Short Date) คือกำหนดเป็นรูปแบบตัวเลข (ว/คค/ปปปป) โดยกรอกเฉพาะส่วนที่เป็นตัวเลข 8 หลัก ส่วนการแสดงผลจะแสดงเป็นรูปแบบ เช่น 1 มกราคม 2550 แทน ในเรคอร์ดล่างสุด โปรแกรมจะนำค่าที่ปรากฏใน เรคอร์ดสุดท้ายเท่านั้น ไปทำการประมวลผล ส่วนข้อมูลที่เคยบันทึกก็ใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับดูว่าเคยทำการประเมินผลวันที่เท่าใดแล้วบ้าง

ส่วนการคำนวณ

ส่วนคำนวณ 1

- ทำการเลือกช่วงเวลาถัดจากวันประเมิน โครงการ
- ทำการเลือกช่วงเวลาก่อนวันประเมิน โครงการ
- คำนวณหาผลรวม BCWS ก่อนถึงวันประเมิน
- นำเข้าค่า BCWS กรณีหยุดทำงานวันเสาร์ – อาทิตย์
- นำเข้าค่า BCWS กรณีหยุดทำงานวันอาทิตย์
- คำนวณหาเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จแต่ละช่วงเวลา
- คำนวณนำหน้าปริมาณงานทำได้รายช่วงเวลา
- นำเข้าปริมาณงานที่ทำได้จริงหน่วยเงิน

ส่วนคำนวณ 2

- $D_b, D_a, D_s, C_b, C_p, P_b, P_a, P_w$
- BCWS ถึงวันพิจารณา
- $$V_{s_start} = C_b \frac{\text{Min}(D_a, D_b) - \text{Min}(D_s, D_b)}{D_b}$$
- $$V_{s_quantity} = C_b U_a \left(\frac{1}{U_p} - \frac{1}{U_b} \right)$$
- $$V_{s_rate} = \text{min}(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{U_b}{D_b} \right)$$
- $$V_{s_total} = V_{s_start} + V_{s_quantity} + V_{s_rate}$$

ภาพที่ 9 แผนผังแสดงรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมส่วนการคำนวณ

2.2 ส่วนประมวลผล คือส่วนที่ใช้ในการคำนวณค่าต่างๆ ในส่วนของโปรแกรมจะกำหนดให้ต้องมีการคำนวณทั้งหมด 8 ฟอรัมด้วยกัน โดยผู้ใช้งานต้องเปิดฟอรัมแล้วทำการประมวลผลทุกฟอรัมตามหมายเลขจนเสร็จ แล้วจึงค่อยดูในส่วนที่แสดงผล ซึ่งการประมวลผลต่างๆ จะประกอบด้วยฟอรัมและค่าที่ทำการประมวลผลดังต่อไปนี้คือ

- **ทำการเลือกช่วงเวลาถัดจากวันประเมินโครงการ** หมายถึง โปรแกรมจะทำการเลือกและทำการรวมปริมาณงานก่อนวันทำการประเมินของแต่ละกิจกรรมที่มีวันเริ่มงานตามแผน อยู่หลังวันที่ทำการประเมินผลที่ผู้ใช้เลือก ผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลแผนงานให้เสร็จเรียบร้อยก่อน และกำหนดวันทำการประเมินผล

จะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับทำการประมาณค่าแผนงาน BCWS แบบเส้นตรงจากวันเริ่มต้นงานถึงวันที่ทำการประเมินโครงการ

- **ทำการเลือกช่วงเวลาก่อนวันประเมินโครงการ** หมายถึง โปรแกรมจะทำการเลือกและทำการรวมปริมาณงานหลังวันทำการประเมินของแต่ละกิจกรรมที่มีวันเริ่มงานตามแผน อยู่หลังวันที่ทำการประเมินผลที่ผู้ใช้เลือก ผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลแผนงานให้เสร็จเรียบร้อยก่อน และกำหนดวันทำการประเมินผลจะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับทำการประมาณค่าแผนงาน BCWS แบบเส้นตรงจากวันเริ่มต้นงานถึงวันที่ทำการประเมินโครงการ

- **คำนวณหาผลรวม BCWS ก่อนถึงวันประเมิน** หมายถึง เป็นการคำนวณหาผลรวมของแผนงานในคาบเวลาก่อนวันทำการประเมิน สำหรับใช้เป็นค่าทำการประมาณค่าแผนงาน BCWS แบบเส้นตรงจากวันเริ่มต้นงานถึงวันที่ทำการประเมินโครงการ

- **นำเข้าค่า BCWS กรณีหยุดทำงานวันเสาร์ - อาทิตย์** หมายถึง โปรแกรมจะทำการประมาณค่าปริมาณงานตามแผน (BCWS) ที่ทำการประมาณค่าแบบเส้นตรงไว้แล้ว โดยจะใช้วันทำงานจริงเท่านั้นมาทำการประมาณค่าแล้วนำค่าที่ปริมาณงานตามแผน (BCWS) ที่คำนวณได้นำมาใส่ตารางในกรณีผู้ใช้เลือกหยุดทำงานวันเสาร์ - อาทิตย์ สำหรับใช้หาค่าความคลาดเคลื่อนต่างๆ ต่อไป

- **นำเข้าค่า BCWS กรณีหยุดทำงานวันอาทิตย์** หมายถึง โปรแกรมจะทำการประมาณค่าปริมาณงานตามแผน (BCWS) ที่ทำการประมาณค่าแบบเส้นตรงไว้แล้ว โดยจะใช้วันทำงานจริงเท่านั้นมาทำการประมาณค่าแล้วนำค่าที่ปริมาณงานตามแผน (BCWS) ที่คำนวณได้นำมาใส่ตารางในกรณีผู้ใช้เลือกหยุดทำงานวันอาทิตย์ สำหรับใช้หาค่าความคลาดเคลื่อนต่างๆ ต่อไป

- **คำนวณหาเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จแต่ละช่วงเวลา** หมายถึง โปรแกรมจะทำการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จของปริมาณงานของแต่ละกิจกรรม สำหรับใช้ในการคำนวณหา

ค่าความก้าวหน้าของงานที่ทำได้จริงในโครงการ เมื่อผู้ใช้ทำการบันทึกค่าปริมาณงานที่ทำได้จริง (Ua) แบบสะสมเรียบร้อยแล้ว

- คำนวณน้ำหนักปริมาณงานทำได้รายช่วงเวลาหมายถึง โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าปริมาณงานสะสมของแผนงานที่กำหนดไว้ในแต่ละคาบเวลา
- นำเข้าปริมาณงานที่ทำได้จริงหน่วยเงินหมายถึง โปรแกรมจะทำการคำนวณหาปริมาณงานสะสมของปริมาณงานที่ทำได้จริงในแต่ละคาบเวลาที่กำหนดไว้ สำหรับใช้ในการพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าของโครงการในภาพรวมทั้งโครงการ

- การคำนวณจำนวนเงินตามงบประมาณ (Cb) คำนวณได้ดังสูตร

$$C_b = \frac{Int(Unit_Cost * U_b * 100)}{100} \quad (14)$$

อธิบาย การคำนวณจำนวนเงินตามงบประมาณ(Cb) จะคำนวณได้จากผลคูณของราคาต่อหน่วย (Unit_Cost) คูณกับจำนวนหน่วยของปริมาณงาน(Ub)ที่ต้องทำ คูณ 100 แล้วทำการปัดเศษให้เหลือแต่จำนวนเต็มก่อนจึงจะนำผลลัพธ์หารด้วย 100 ดังสมการข้างต้น

- การคำนวณจำนวนเงินคาดการณ์ (Cp)

$$C_p = Unit_Cost * U_p \quad (15)$$

อธิบาย การคำนวณจำนวนเงินคาดการณ์ (Cp) จะคำนวณได้จาก ราคาต่อหน่วย (Unit_Cost) คูณกับปริมาณงานคาดการณ์ (Up)

- การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตามแผน (%weight_of_plan)

$$\%weight_of_plan = \frac{C_b}{\sum C_b} \quad (16)$$

อธิบาย การคำนวณเปอร์เซ็นต์แผนงาน($\%weight_of_plan$) จะคำนวณได้จาก จำนวนเงินตามงบประมาณ(Cb) หารด้วยผลรวมของจำนวนเงินตามงบประมาณ($\sum Cb$) ของทั้งโครงการ

- การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักคาดการณ์($\%weight_of_up$)

$$\%weight_of_up = \frac{Cp}{\sum Cp} \quad (17)$$

อธิบาย การคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักคาดการณ์ ($\%weight_of_up$) จะคำนวณได้จาก จำนวนเงินคาดการณ์ (Cp) หารด้วยผลรวมของจำนวนเงินคาดการณ์($\sum Cp$)

- การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจากแผนงาน($\% Pb$)

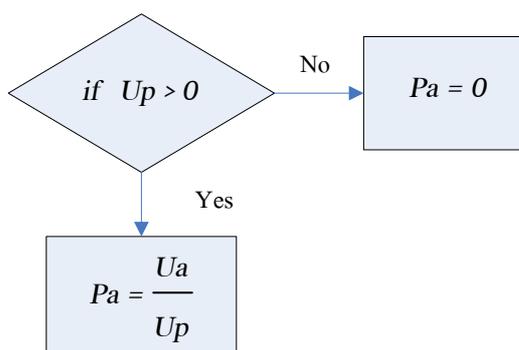
$$\% Pb = \frac{Ua}{Up} \quad (18)$$

อธิบาย การคำนวณเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจากแผนงาน($\% Pb$) จะคำนวณได้จาก ปริมาณงานที่ทำได้จริง(Ua) สะสมถึงวันที่พิจารณาหารด้วยปริมาณงานคาดการณ์(Up)

- การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จจริง($\% Pa$)

$$\% Pa = \text{if } (Up > 0, \frac{Ua}{Up}, 0) \quad (19)$$

อธิบาย การคำนวณเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจริงของงาน($\% Pa$) จะคำนวณได้จาก ถ้า ปริมาณงานคาดการณ์(Up) มีค่ามากกว่า 0 แล้ว ถ้าเป็นจริงค่าเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจริง($\% Pa$) ของงานจะเท่ากับ ปริมาณงานทำได้จริงสะสม(Ua) ถึงวันที่พิจารณา หารด้วยปริมาณงานคาดการณ์(Up) ขณะทำการพิจารณา จะแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพด้านล่าง



ภาพที่ 10 แสดงการหาค่าเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจริง

- การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของงานแล้วเสร็จจริง (% Pwc)

$$\% Pwc = \%Pa * \%weight_of_up \quad (20)$$

อธิบาย การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของงานแล้วเสร็จจริง(% Pwc) จะคำนวณได้จากเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จจริง(%Pa) คูณกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของปริมาณงานคาดการณ์ (%weight_of_up)

- การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผนงาน

(% Schedule Variance)

$$\% Schedule Variance = \%Pa - \%Pb \quad (21)$$

อธิบาย การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผนงาน

(% Schedule Variance) จะคำนวณได้จาก ผลต่างของค่าเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จจริง(%Pa) กับค่าเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจากแผนงาน(%Pb)

- การคำนวณความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (# Schedule Variance)

$$\# Schedule Variance = (\%Pa - \%Pb) * Cb \quad (22)$$

อธิบาย การคำนวณความคลาดเคลื่อนของแผนงาน($\#$ *Schedule Variance*) จะคำนวณได้จาก ผลต่างของค่าเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จจริง($\%Pa$) กับค่าเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จจากแผนงาน($\%Pb$) แล้วคูณกับจำนวนเงินตามงบประมาณ (Cb)

- การคำนวณความคลาดเคลื่อนของแผนงานในรูปปริมาณงาน

($\#$ *Schedule Quantity*)

$$\# \text{ Schedule Quantity} = (\%Pa - BCWS) * Cb \quad (23)$$

อธิบาย การคำนวณความคลาดเคลื่อนของแผนงานในรูปปริมาณงาน ($\#$ *Schedule Quantity*) จะคำนวณได้จาก ผลต่างของเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จจริง($\%Pa$) กับงบประมาณตามปริมาณงานสะสมของแผนงาน ($BCWS$) คูณกับจำนวนเงินตามงบประมาณ (Cb)

- **Budget Cost of Work Performed (BCWP)** หมายถึงงบประมาณตามปริมาณงานที่ทำได้จริงสะสมตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนกระทั่งถึงวันทำการประเมินโครงการ โปรแกรมจะทำการหาค่าโดยใช้การประมาณค่าแบบเส้นตรงเฉพาะวันทำงานจริงมาทำการประเมินโครงการ

- **Budget Cost of Work Schedule (BCWS)** หมายถึงงบประมาณตามปริมาณงานของแผนงานสะสมตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนกระทั่งถึงวันทำการประเมินโครงการ โปรแกรมจะทำการหาค่าโดยใช้การประมาณค่าแบบเส้นตรงสำหรับคำนวณค่า

$$V_{s_start} = C_b \frac{\text{Min}(D_a, D_b) - \text{Min}(D_s, D_b)}{D_b}$$

อธิบาย การคำนวณหาความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มงานไม่ตรงกับแผนงาน (V_{s_start}) คำนวณได้จาก ผลต่างระหว่างค่าน้อยสุดของจำนวนวัน $\text{Min}(D_a, D_b)$ กับค่าน้อยสุดของจำนวนวัน $\text{Min}(D_s, D_b)$ คูณกับผลหารระหว่างจำนวนเงินตามงบประมาณ (Cb) กับจำนวนวันทำงานตามแผนงาน (D_b) ของกิจกรรม

$$V_{s_quantity} = C_b U_a \left(\frac{1}{U_p} - \frac{1}{U_b} \right)$$

อธิบาย การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับแผนงาน ($V_{s_quantity}$) คำนวณได้จากผลคูณระหว่างจำนวนเงินตามงบประมาณ (C_b) กับปริมาณงานที่ทำได้จริง (U_a) สะสม คูณกับผลต่างระหว่างส่วนกลับของปริมาณงานคาดการณ์ (U_p) กับส่วนกลับของจำนวนหน่วยของปริมาณงาน (U_b) ที่ต้องทำ

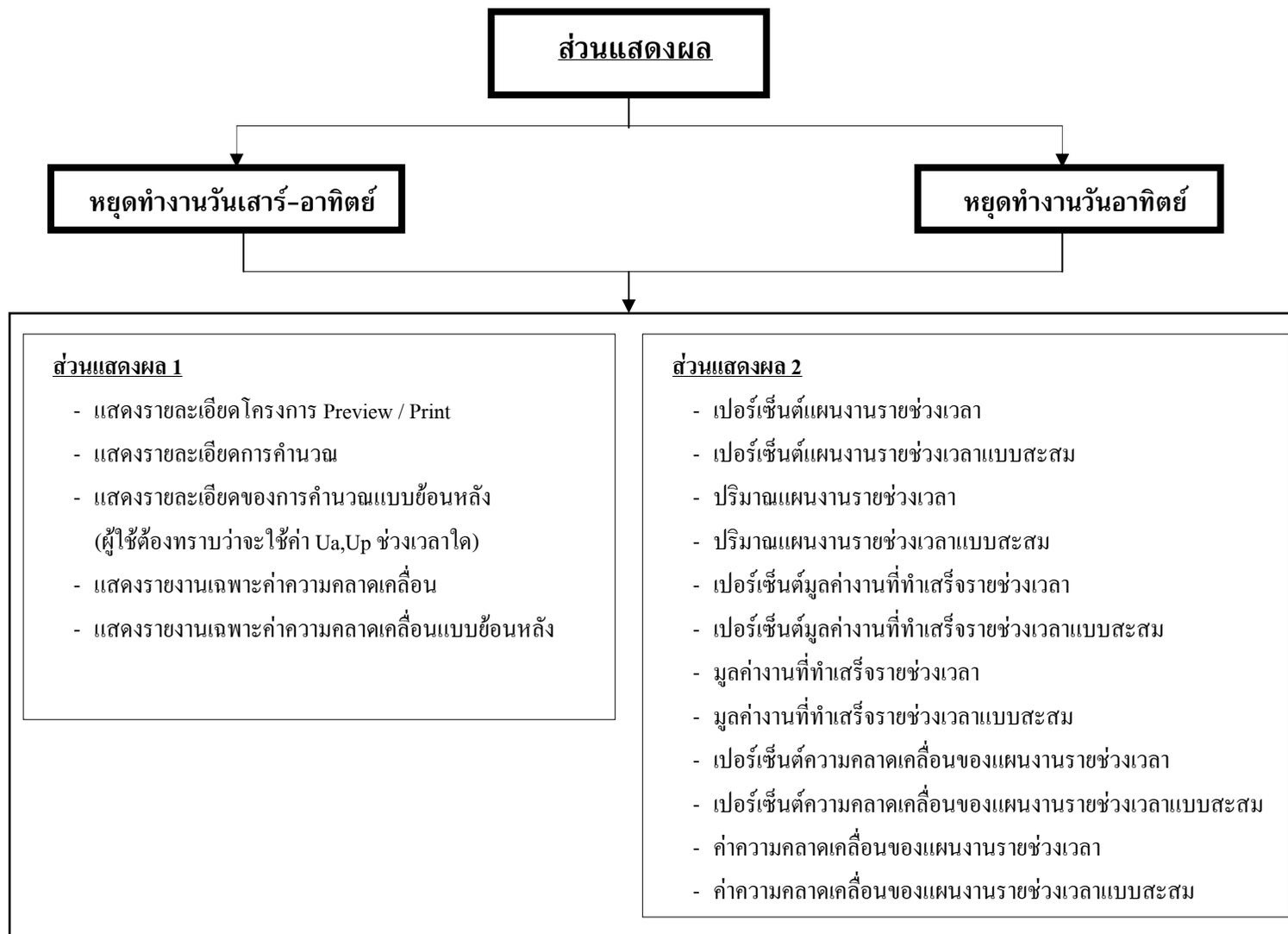
$$V_{s_rate} = \min(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{U_b}{D_b} \right)$$

อธิบาย การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับแผนงาน (V_{s_rate}) คำนวณได้จากผลต่างของอัตราการทำงานของงานที่ทำได้จริง

$$\left(\frac{U_a}{D_a} \right) \text{ กับอัตราการทำงานของแผนงานที่กำหนดไว้ } \left(\frac{U_b}{D_b} \right) \text{ คูณกับราคาต่อหน่วยของปริมาณงาน } \left(\frac{C_b}{U_b} \right) \text{ คูณกับจำนวนวันน้อยสุดระหว่าง } \min(D_a, D_b)$$

$$V_{s_total} = V_{s_start} + V_{s_quantity} + V_{s_rate}$$

อธิบาย การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนรวมของกิจกรรม (V_{s_total}) คำนวณได้จากผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนทั้งสามสาเหตุได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มทำงานไม่ตรงกับวันเริ่มต้นที่กำหนดไว้ตามแผนงานของโครงการ (V_{s_start}) ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ตามแผนงาน ($V_{s_quantity}$) ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับแผนงาน (V_{s_rate})



ภาพที่ 11 แผนผังแสดงรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมส่วนแสดงผล

2.3 ส่วนการแสดงผล ผู้ใช้จะต้องทำการเลือกว่าจะให้หยุดทำงานกรณีใดบ้างโดยมีให้เลือกด้วยกัน 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 หยุดทำงานวันเสาร์และวันอาทิตย์ กรณีที่ 2 หยุดทำงานวันอาทิตย์

- แสดงรายละเอียดโครงการ Preview / Print หมายถึงโปรแกรมจะแสดงรายละเอียดโครงการเบื้องต้น วันเริ่มงานตามสัญญา เป็นวันทำงานที่เท่าใดตั้งแต่เริ่มสัญญา เหลือเวลาทำงานอีกกี่วันก่อนจะหมดสัญญา สำหรับเดือนเรื่องเวลาการทำงานก่อนจะหมดสัญญา

- แสดงรายละเอียดการคำนวณ หมายถึง โปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณออกมาสำหรับตรวจสอบค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

- แสดงรายละเอียดของการคำนวณแบบย้อนหลัง หมายถึงโปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณย้อนหลังโดยผู้ใช้จะต้องกำหนดเลือกปริมาณงานที่ทำได้จริงสะสม และปริมาณงานคาดการณ์ ที่ต้องการจะใช้งาน สำหรับตรวจสอบค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

- แสดงรายงานเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อน หมายถึงโปรแกรมจะแสดงเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนในสาเหตุต่างๆ ดังนี้คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มทำงานไม่ตรงกับวันเริ่มต้นที่กำหนดไว้ตามแผนงานของโครงการ (V_{s_start}) ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ตามแผนงาน ($V_{s_quantity}$) และค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับแผนงาน (V_{s_rate})

- แสดงรายงานเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนแบบย้อนหลัง หมายถึงโปรแกรมจะแสดงเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนในสาเหตุต่างๆ ดังนี้คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มทำงานไม่ตรงกับวันเริ่มต้นที่กำหนดไว้ตามแผนงานของโครงการ (V_{s_start}) , ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ตามแผนงาน ($V_{s_quantity}$) และ ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงานมีการเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับแผนงาน (V_{s_rate}) โดยโปรแกรมจะมีกล่องสำหรับรับข้อความ(Dialog Box) ปรากฏให้ผู้ใช้ถามว่าต้องการใช้ค่าปริมาณงานที่ทำได้จริงสะสม (U_a) และปริมาณงานคาดการณ์ (U_p) ช่วงเวลาใดมาทำการคำนวณ

- เปอร์เซ็นต์แผนงานรายช่วงเวลา หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณงานรายช่วงเวลาในหน่วยเปอร์เซ็นต์ตามแผนงานที่วางไว้

- เปอร์เซ็นต์แผนงานรายช่วงเวลาแบบสะสม หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณงานรายช่วงเวลาในหน่วยเปอร์เซ็นต์แบบสะสมตามแผนงานที่วางไว้

- ปริมาณแผนงานรายช่วงเวลา หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณแผนงานรายช่วงเวลาในหน่วยงบประมาณตามแผนงานที่วางไว้

- ปริมาณแผนงานรายช่วงเวลาแบบสะสม หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณแผนงานรายช่วงเวลาในหน่วยงบประมาณแบบสะสมตามแผนงานที่วางไว้
- เปอร์เซ็นต์มูลค่างานที่ทำเสร็จรายช่วงเวลา หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณงานรายช่วงเวลาที่ทำแล้วเสร็จในหน่วยเปอร์เซ็นต์
- เปอร์เซ็นต์มูลค่างานที่ทำเสร็จรายช่วงเวลาแบบสะสม หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณงานรายช่วงเวลาที่ทำแล้วเสร็จในหน่วยเปอร์เซ็นต์แบบสะสม
- มูลค่างานที่ทำเสร็จรายช่วงเวลา หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณงานรายช่วงเวลาที่ทำแล้วเสร็จในหน่วยงบประมาณ
- มูลค่างานที่ทำเสร็จรายช่วงเวลาแบบสะสม หมายถึงโปรแกรมจะแสดงปริมาณงานรายช่วงเวลาที่ทำแล้วเสร็จในหน่วยงบประมาณแบบสะสม
- เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผนงานรายช่วงเวลา หมายถึงโปรแกรมจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณงานรายช่วงที่ทำได้จริงกับปริมาณงานที่วางแผนไว้รายช่วงเวลาในหน่วยเปอร์เซ็นต์
- เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผนงานรายช่วงเวลาแบบสะสม หมายถึงโปรแกรมจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณงานรายช่วงที่ทำได้จริงกับปริมาณงานที่วางแผนไว้รายช่วงเวลาในหน่วยเปอร์เซ็นต์แบบสะสม
- ค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานรายช่วงเวลา หมายถึงโปรแกรมจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณงานรายช่วงที่ทำได้จริงกับปริมาณงานที่วางแผนไว้รายช่วงเวลาในหน่วยงบประมาณ
- ค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานรายช่วงเวลาแบบสะสม หมายถึงโปรแกรมจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณงานรายช่วงที่ทำได้จริงกับปริมาณงานที่วางแผนไว้รายช่วงเวลาในหน่วยงบประมาณแบบสะสม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการทดสอบประมวลผลกับข้อมูลของโครงการปรับปรุงทางหลวงหมายเลข 34 ตอน บางนา – ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ส่วนที่1) พบว่า ระบบการประเมินความก้าวหน้าโครงการ สำหรับงานก่อสร้างถนนที่ได้พัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้มีความสามารถที่จะระบุค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งจะแยกออกเป็นสาเหตุหลัก ๆ ของกิจกรรมได้ถูกต้องตรงตามทฤษฎีของ Carr และ แสดงผลตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ คือ

1. ระบบจะรายงานค่าความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงานของกิจกรรมอันเนื่องจากวันเริ่มต้นโครงการไม่ตรงกับวันเริ่มต้นของแผนงานที่กำหนดไว้
2. ระบบจะรายงานค่าความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงานของกิจกรรม อันเนื่องจากปริมาณงานที่ต้องทำให้โครงการเสร็จสิ้น ไม่ตรงกับปริมาณงานที่ทำการกำหนดไว้ตามแผนงาน
3. ระบบจะรายงานค่าความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงาน อันเนื่องมาจากอัตราการทำงานในขณะทำจริงไม่ตรงกับอัตราการทำงานที่มีการวางแผนงานไว้
4. ระบบจะรายงานค่าความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงานของแต่ละกิจกรรมในภาพรวมโครงการ
5. ระบบจะรายงานค่าความก้าวหน้าในการทำงานโดยจะทำการเปรียบเทียบกับแผนงานของโครงการ
6. ข้อมูลที่มีการบันทึกสามารถนำไปใช้วางแผนการทำงานได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นมาเป็นการควบคุมเฉพาะส่วนของแผนงาน (Schedule Control) เท่านั้น ควรมีการพัฒนาส่วนของการควบคุมราคา (Cost Control) เพิ่มเติมอีกจะทำให้การควบคุมโครงการมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แนวทางพัฒนาโปรแกรมต่อไปควรจะพัฒนาบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและให้สามารถควบคุมได้หลาย ๆ โครงการในเวลาเดียวกัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทางหลวง. 2545. โครงการก่อสร้างทางสายหลัก 4 ช่องจราจร. แหล่งที่มา:
<http://www.doh.go.th/dohweb/projectimport/fourlane.html>, 19 ตุลาคม 2547.

กัญญา ทองฉิม. 2537. วิศวกรรมกรรมทาง 1. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลอุเทนถวาย,
 กรุงเทพฯ.

จิรพัฒน์ โชติไกร. 2531. วิศวกรรมกรรมทาง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2546. การออกแบบทาง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประสาธ กปิลกาญจน์. 2542. สาเหตุของการขยายเวลาก่อสร้างถนน และแนวทางการ
 ป้องกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลำดวน ศรีศักดิ์. ม.ป.ป. วิศวกรรมกรรมทาง. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วัชรินทร์ วิทย์กุล. 2536. แอสฟัลต์เทคโนโลยีและการปฏิบัติงานก่อสร้าง. มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2537ก. วัสดุกรรมทาง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2537ข. วัสดุกรรมทางชั้นสูง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิชา ปิ่นตะพันธ์. 2545. การเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างผิวทางคอนกรีตและผิว
 ทางลาดยางสำหรับการออกแบบทางหลวงในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชัย สวรรปทานสกุล. 2529. การออกแบบทาง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,
 กรุงเทพฯ.

วีระพงษ์ เสียงสิริศักดิ์. 2547. การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์ ควบคุม ปริมาณค่าใช้จ่ายและประสิทธิภาพการทำงานในงานก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 2542. แนวทางการจัดการข้อมูลงานก่อสร้าง สำหรับการประเมินและควบคุมราคางานก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 1.

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง. มาตรฐานงานทาง. กรุงเทพฯ

สันติ ชินานูวัตินวงศ์. 2546. วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพจน์ โกสียะจินดา. 2542. คู่มือวิธีวิเคราะห์ผลดำเนินการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ

สุพรียา มหาวงค์ และ มนต์รี บุญประสิทธิ์. 2547. สรุปผลการดำเนินงาน การก่อสร้างตาม แผนพัฒนาทางหลวงช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539) ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) โครงการเร่งรัดขยายทางสายประธานให้เป็น 4 ช่องจราจร ระยะที่ 2. กลุ่มงาน ประเมินผล สำนักวางแผน กรมทางหลวง, กรุงเทพฯ.

อภิชัย ธีระรังสิกุล. 2534. การศึกษาสาเหตุความล่าช้าของการก่อสร้างถนน กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Carr, R.I. 1998. Cost, Schedule, and Time Variances and Integration. n.p. (Mimeographed)

Diekmann, J.E., and M.C. Nelson. 1985. Construction claims: frequency and severity. **Journal of Engineering and Management.** 111 (1): 74-81.

Feldman, A.H. 1993. Claims and their prevention. **Cost engineering.** 35 (1): 17.

Jahren, C.T. and B.F. Dammeier. 1990. Investigation into Construction Disputes. **Journal of Construction Engineering and Management.** 6 (1): 39-46.

- O'Connor, T.J., A. Chmaytem and F. Hugo. 1993. Analysis of highway project construction claims. **Journal of Performance Constructed Facilities.** 7 (3): 170-180.
- Semple, C., T.F. Hartman and G. Jergeas. 1994. Construction claims and disputes causes and cost/time overruns. **Journal of Construction Engineering and Management.** 120: 785-795.
- Wongwitdecha, S. and R.I. Carr. n.d. Cost variances of construction activities with multiple subtasks. n.p. (Mimeographed)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลโครงการสำหรับใช้คำนวณทดสอบโปรแกรม

ส่วนนำเข้าข้อมูลสำหรับการทดสอบใช้งานโปรแกรม

ตารางผนวกที่ ก 1 แสดงปริมาณงานคาดการณ์ (*Up*)

<i>Act</i>	<i>Activity</i>	<i>I</i>
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	318.90
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	1.00
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	1.00
A0004	Clearing and Grubbing	215,016.44
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	20,967.10
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	15,323.77
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	2,000.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	16,000.00
A0009	Sand Embankment	100,000.00
A0010	Earth Fill in Median & Island	8,600.00
A0011	Soil Aggregate Subbase	51,117.65
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	73,660.25
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	70.11
A0014	Prime Coat	296,494.88
A0015	Tack Coat	1,229,987.00
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	476,469.97
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	511,320.88
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	545,957.63
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	14,389.97
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	701.06
A0021	Longitudinal Joint	354.95
A0022	Dummy Joint	0.00
A0023	Edge Joint	0.00

ตารางผนวกที่ ก 2 แสดงส่วนการวางแผนการทำงาน

Act	Activity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement							50%	50%							
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)					50%	50%									
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)						50%	50%								
A0004	Clearing and Grubbing	5%	10%	10%	10%	10%	20%	20%							10%	5%
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation		10%	15%	20%	20%	20%	15%								
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation		10%	20%	20%	20%	20%	10%								
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)		20%	20%	20%	20%	20%									
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)				10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
A0009	Sand Embankment			5%	15%	5%	5%	2.5%	2.5%	20%	25%	20%				
A0010	Earth Fill in Median & Island											25%	25%	25%	25%	
A0011	Soil Aggregate Subbase			2.5%	18%	2.5%	2.5%	2.5%	2%	15%	20%	20%	15%			
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base			2.5%	18%	2.5%	2.5%	2.5%	2%	10%	10%	15%	15%	20%		
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement								30%	30%	40%					
A0014	Prime Coat							2.5%	2.5%	5%	15%	20%	20%	20%	15%	
A0015	Tack Coat			2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	5%	5%	15%	20%	20%	20%	
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)			2.5%	15%	1%	1%	1%	0.5%	10%	10%	15%	15%	15%	14%	
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick							2.5%	2.5%	5%	15%	20%	20%	20%	15%	
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick								2.5%	2.5%	5%	15%	25%	25%	25%	
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)			5%	10%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	10%	15%	15%	15%	15%	5%	
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick								30%	30%	40%					
A0021	Longitudinal Joint								30%	30%	40%					
A0022	Dummy Joint								30%	30%	40%					
A0023	Edge Joint								30%	30%	40%					

ตารางผนวกที่ ก.3 แสดงส่วนการบันทึกปริมาณงานที่ได้จริงแบบสะสม (Ua)

Act	Activity	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	0.00	30.00	100.00	150.00	180.00	200.00	230.00	280.00	300.00
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	0.00	0.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	0.00	0.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A0004	Clearing and Grubbing	0.00	1,600.00	10,000.00	20,000.00	30,000.00	40,000.00	60,000.00	80,000.00	100,000.00
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	0.00	500.00	8,000.00	10,000.00	10,200.00	11,000.00	12,000.00	12,500.00	13,000.00
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	0.00	200.00	3,000.00	4,000.00	4,500.00	5,000.00	8,000.00	10,000.00	12,000.00
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	0.00	0.00	800.00	900.00	1,000.00	1,300.00	1,500.00	2,000.00	2,600.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	0.00	0.00	0.00	2,000.00	2,500.00	3,000.00	3,500.00	4,000.00	6,000.00
A0009	Sand Embankment	0.00	0.00	0.00	0.00	40,000.00	100,000.00	120,000.00	140,000.00	147,183.60
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A0011	Soil Aggregate Subbase	0.00	3,000.00	5,000.00	7,000.00	10,000.00	20,000.00	30,000.00	40,000.00	45,000.00
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	0.00	5,000.00	20,000.00	30,000.00	40,000.00	50,000.00	60,000.00	70,000.00	73,587.78
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	0.00	20.00	40.00	50.00	60.00	70.11	70.11	70.11	70.11
A0014	Prime Coat	0.00	20,000.00	100,000.00	150,000.00	160,000.00	170,000.00	200,000.00	250,000.00	292,512.35
A0015	Tack Coat	0.00	200,000.00	300,000.00	400,000.00	500,000.00	700,000.00	900,000.00	1,000,000.00	110,000.00
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	0.00	200,000.00	400,000.00	476,469.98	476,469.98	476,469.98	476,469.98	476,469.98	476,469.98
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	0.00	40,000.00	100,000.00	200,000.00	300,000.00	400,000.00	400,000.00	450,000.00	480,000.00
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	0.00	50,000.00	150,000.00	180,000.00	200,000.00	250,000.00	300,000.00	350,000.00	400,000.00
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	0.00	5,000.00	10,000.00	11,000.00	12,000.00	13,000.00	14,000.00	14,389.97	14,389.97
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	0.00	70.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00
A0021	Longitudinal Joint	0.00	25.00	100.00	120.00	130.00	150.00	200.00	250.00	250.00
A0022	Dummy Joint	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A0023	Edge Joint	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลโครงการ

ตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลโครงการตัวอย่าง

จากข้อมูลโครงการในภาคผนวก ก จะขอเลือกนำกิจกรรมที่ A0007,A0008,A0009 และ A0010 มาแสดงวิธีการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการทำงานที่คำนวณได้จากโปรแกรม ดังแสดงรายละเอียดดังนี้คือ

ตารางผนวกที่ ข 1 แสดงตัวอย่างข้อมูลสำหรับการคำนวณ

<i>Code_p</i>	<i>Activity</i>	<i>Unit</i>	<i>Ub</i>	<i>Unit_cost</i>	<i>As_date</i>	<i>Af_date</i>
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	Cu.m.	500	33.00	01/08/2547	01/01/2548
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	Cu.m.	29000	147.00	01/09/2547	01/08/2548
A0009	Sand Embankment	Cu.m.	93000	395.00	01/10/2547	01/06/2548
A0010	Earth Fill in Median & Island	Cu.m.	8600	154.00	01/05/2548	01/09/2548

ตารางผนวกที่ ข 2 แสดงปริมาณงานคาดการณ์(*Up*)

<i>Code_p</i>	<i>Activity</i>	<i>31/08/2548</i>
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	2,000.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	16,000.00
A0009	Sand Embankment	100,000.00
A0010	Earth Fill in Median & Island	8,600.00

ตารางผนวกที่ ข 3 แสดงส่วนการวางแผนการทำงานของกิจกรรมตัวอย่าง A0007, A0008, A0009, A0010

<i>Act</i>	<i>sum</i>	<i>1/8/2547</i>	<i>1/9/2547</i>	<i>1/10/2547</i>	<i>1/11/2547</i>	<i>1/12/2547</i>	<i>1/1/2548</i>	<i>1/2/2548</i>	<i>1/3/2548</i>	<i>1/4/2548</i>	<i>1/5/2548</i>	<i>1/6/2548</i>	<i>1/7/2548</i>	<i>1/8/2548</i>
A0007	100.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%								
A0008	100.00%			10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	
A0009	100.00%		5.00%	15.00%	5.00%	5.00%	2.50%	2.50%	20.00%	25.00%	20.00%			
A0010	100.00%										25.00%	25.00%	25.00%	25.00%

ตารางผนวกที่ ข 4 แสดงส่วนปริมาณงานสะสมที่ทำได้จริง(U_a) ในแต่ละช่วงเวลาที่มีการสำรวจหน้างาน

<i>Act</i>	<i>Activity</i>	<i>1/7/2547</i>	<i>1/8/2547</i>	<i>1/9/2547</i>	<i>1/10/2547</i>	<i>1/11/2547</i>	<i>1/12/2547</i>	<i>1/1/2548</i>	<i>1/2/2548</i>	<i>1/3/2548</i>
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	0.00	0.00	800.00	900.00	1,000.00	1,300.00	1,500.00	2,000.00	2,600.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	0.00	0.00	0.00	2,000.00	2,500.00	3,000.00	3,500.00	4,000.00	6,000.00
A0009	Sand Embankment	0.00	0.00	0.00	0.00	40,000.00	100,000.00	120,000.00	140,000.00	147,183.60
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

แสดงตัวอย่างการคำนวณโดยใช้ค่าจากกิจกรรมที่ A0007, A0008, A0009, A0010

- กิจกรรม A0007

ชื่อกิจกรรม Soft Material Excavation (Excavation only)

หน่วย(Unit) Cu.m.

จำนวนหน่วยที่ใช้ในกิจกรรม(*Ub*) เท่ากับ 500 หน่วย

ราคาต่อหน่วย(*Unit_Cost*) เท่ากับ 33.00

วันเริ่มต้นทำงานจริง(*As_date*) เท่ากับ วันที่ 1 สิงหาคม 2547

วันแล้วเสร็จของงานจริง(*Af_date*) เท่ากับ วันที่ 31 ธันวาคม 2547

- กิจกรรม A0008

ชื่อกิจกรรม Earth Embankment (Backsied of Barrier)

หน่วย(Unit) Cu.m.

จำนวนหน่วยที่ใช้ในกิจกรรม(*Ub*) เท่ากับ 29,000 หน่วย

ราคาต่อหน่วย(*Unit_Cost*) เท่ากับ 147.00

วันเริ่มต้นทำงานจริง(*As_date*) เท่ากับ วันที่ 1 กันยายน 2547

วันแล้วเสร็จของงานจริง(*Af_date*) เท่ากับ วันที่ 31 กรกฎาคม 2548

- กิจกรรม A0009

ชื่อกิจกรรม Sand Embankment

หน่วย(Unit) Cu.m.

จำนวนหน่วยที่ใช้ในกิจกรรม(*Ub*) เท่ากับ 93,000 หน่วย

ราคาต่อหน่วย(*Unit_Cost*) เท่ากับ 395.00

วันเริ่มต้นทำงานจริง(*As_date*) เท่ากับ วันที่ 1 ตุลาคม 2547

วันแล้วเสร็จของงานจริง(*Af_date*) เท่ากับ วันที่ 1 มิถุนายน 2548

- กิจกรรม A0010

ชื่อกิจกรรม Earth Fill in Median & Island

หน่วย(Unit) Cu.m.

จำนวนหน่วยที่ใช้ในกิจกรรม(*Ub*) เท่ากับ 8,600 หน่วย

ราคาต่อหน่วย (*Unit_Cost*) เท่ากับ 154.00

วันเริ่มต้นทำงานจริง (*As_date*) เท่ากับ วันที่ 1 พฤษภาคม 2548

วันแล้วเสร็จของงานจริง (*Af_date*) เท่ากับ วันที่ 1 กันยายน 2548

กำหนดส่วนการวางแผนงาน

- กิจกรรม A0007

วันเริ่มต้นทำงานตามแผนงาน วันที่ 1 สิงหาคม 2547

วันเสร็จงานตามแผนงาน วันที่ 31 ธันวาคม 2547

- กิจกรรม A0008

วันเริ่มต้นทำงานตามแผนงาน วันที่ 1 ตุลาคม 2547

วันเสร็จงานตามแผนงาน วันที่ 31 กรกฎาคม 2548

- กิจกรรม A0009

วันเริ่มต้นทำงานตามแผนงาน วันที่ 1 กันยายน 2547

วันเสร็จงานตามแผนงาน วันที่ 31 พฤษภาคม 2548

- กิจกรรม A0010

วันเริ่มต้นทำงานตามแผนงาน วันที่ 1 พฤษภาคม 2548

วันเสร็จงานตามแผนงาน วันที่ 31 สิงหาคม 2548

กำหนดปริมาณงานคาดการณ์ ณ.วันที่ 31 สิงหาคม 2548 มีดังนี้คือ

- กิจกรรม A0007

ปริมาณงานคาดการณ์ (*Up*) เท่ากับ 2,000 Cu.m.

- กิจกรรม A0008

ปริมาณงานคาดการณ์ (*Up*) เท่ากับ 16,000 Cu.m.

- กิจกรรม A0009

ปริมาณงานคาดการณ์ (*Up*) เท่ากับ 100,000 Cu.m.

- กิจกรรม A0010

ปริมาณงานคาดการณ์ (*Up*) เท่ากับ 8,600 Cu.m.

บันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริง (*Ua*) ณ.วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2548 มีดังนี้คือ

- กิจกรรม A0007

ปริมาณงานคาดการณ์ (U_a) เท่ากับ 2,600 Cu.m.

- กิจกรรม A0008

ปริมาณงานคาดการณ์ (U_a) เท่ากับ 6,000 Cu.m.

- กิจกรรม A0009

ปริมาณงานคาดการณ์ (U_a) เท่ากับ 147,183.60 Cu.m.

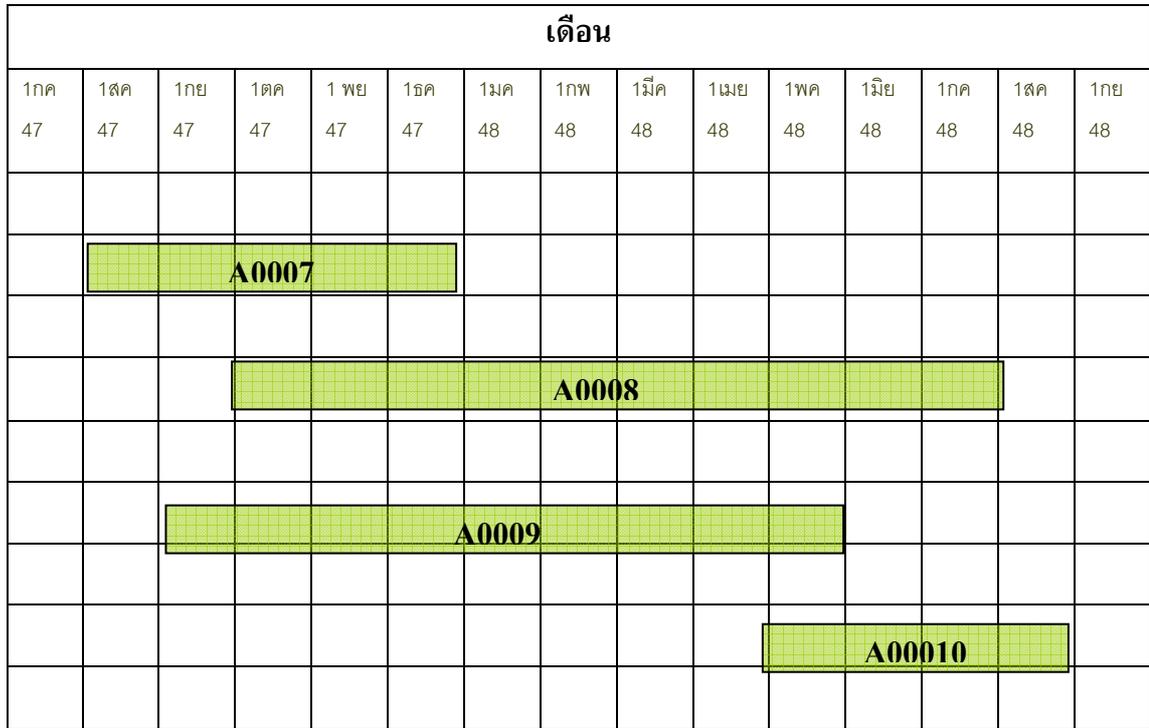
- กิจกรรม A0010

ปริมาณงานคาดการณ์ (U_a) เท่ากับ 0 Cu.m.

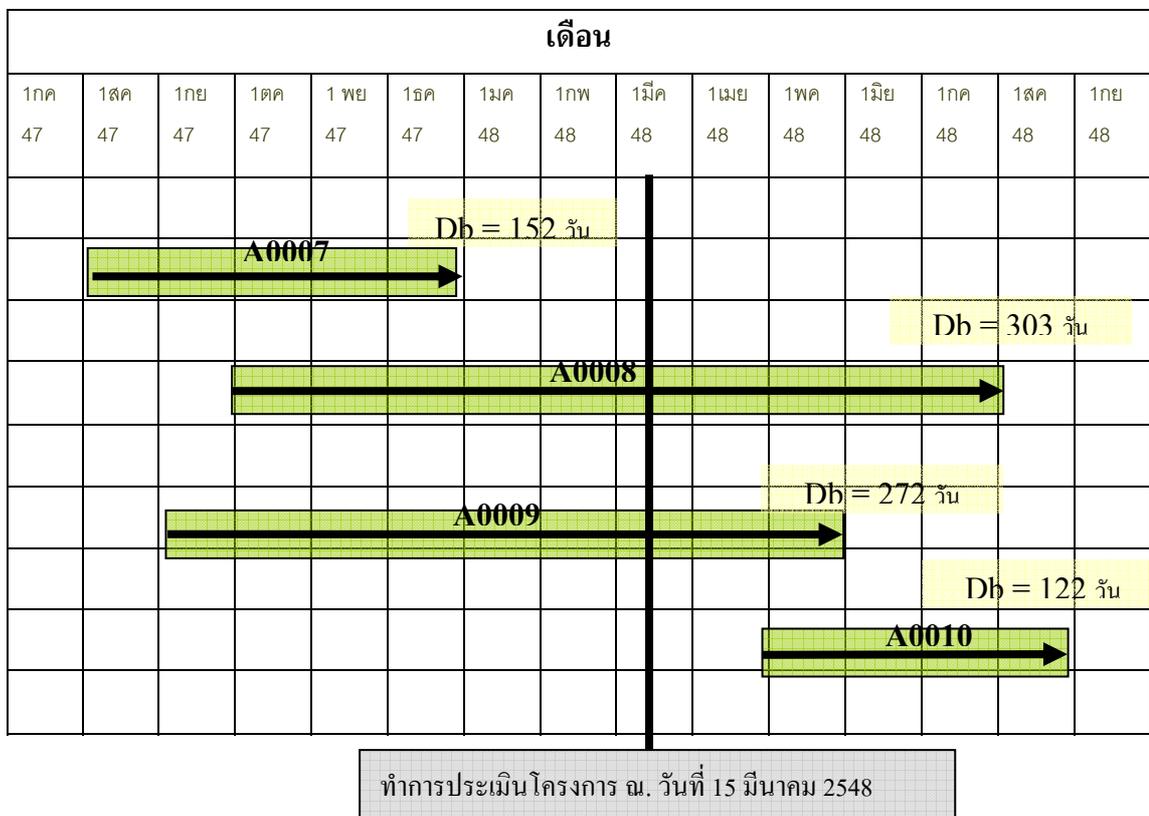
กำหนดวันทำการประเมินโครงการ วันที่ 15 มีนาคม 2548

แสดงค่าตัวแปรต่างๆ ดังแสดงด้วยภาพ ดังนี้คือ

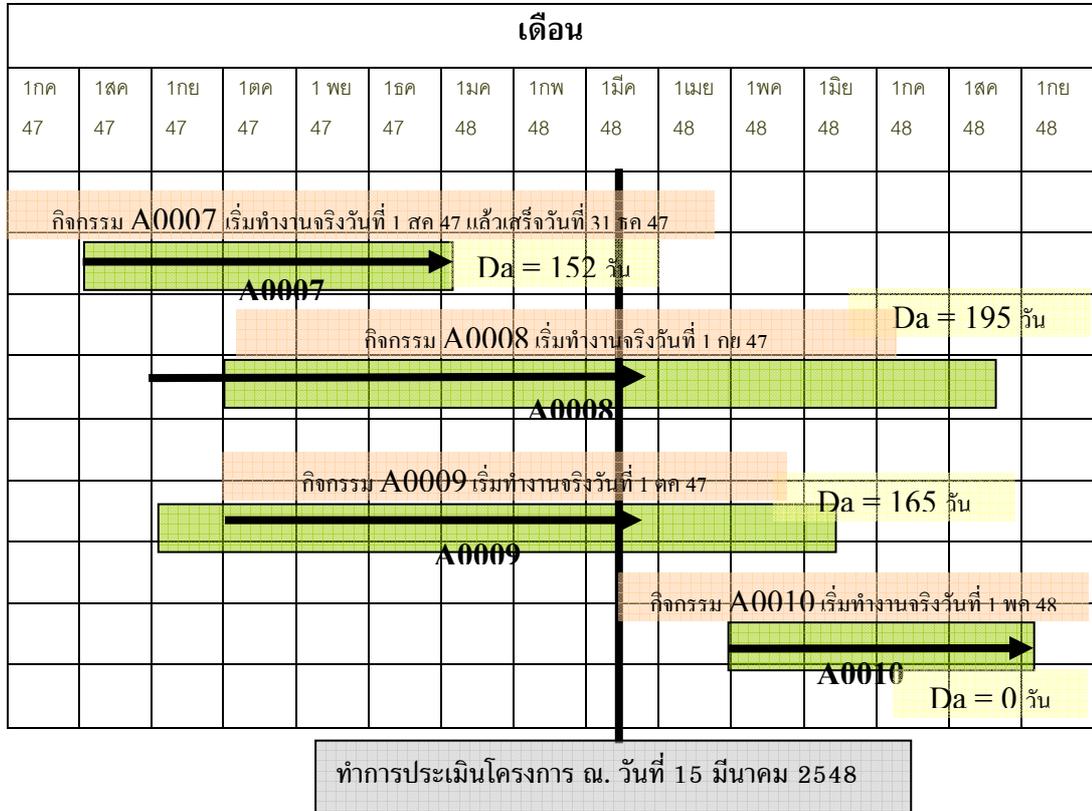
ภาพผนวกที่ ข 1 ตัวอย่างข้อมูลโครงการ แสดงกิจกรรม 4 กิจกรรม



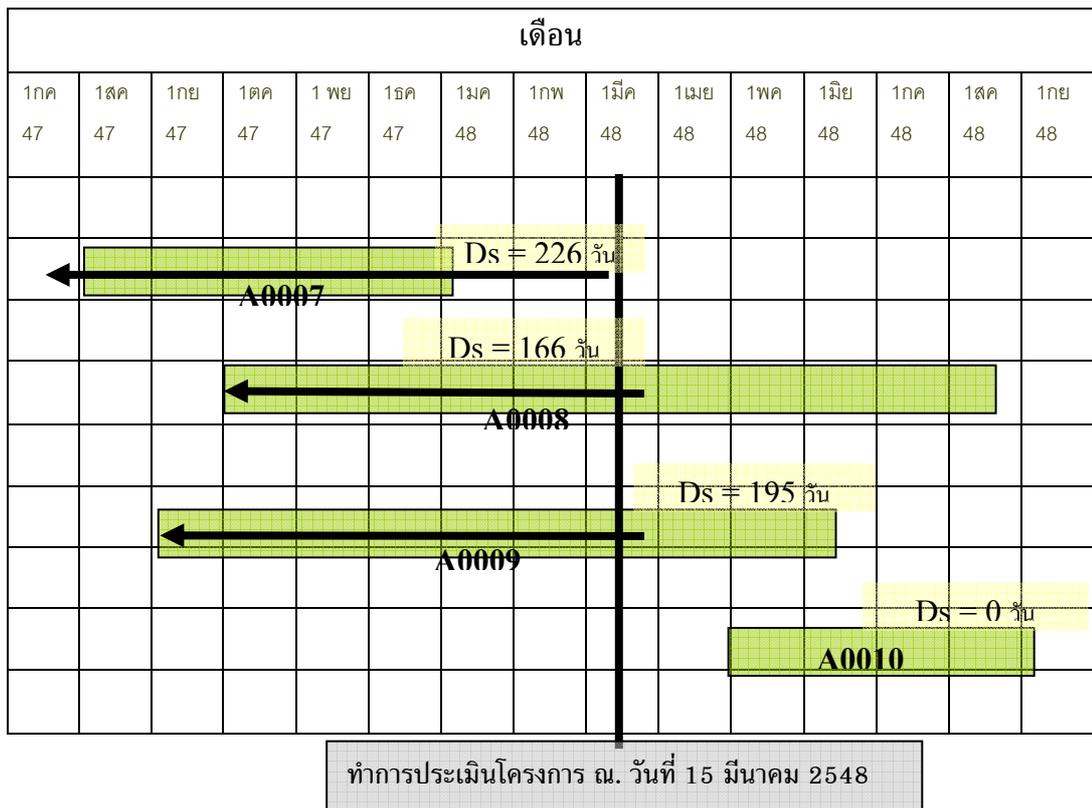
ภาพผนวกที่ ข 2 แสดงค่าตัวแปรจำนวนวันทำงาน (Db)



ภาพผนวกที่ ข 3 แสดงค่าตัวแปร (D_a) จำนวนวันตั้งแต่เริ่มงานจริง ถึงวันแล้วเสร็จเมื่องานเสร็จ หรือถึงวันทำการประเมินกรณียังไม่แล้วเสร็จ



ภาพผนวกที่ ข 4 แสดงค่าตัวแปร (D_s) ช่วงเวลาจากวันที่ทำการประเมิน ถึงวันเริ่มต้นของงาน



ตารางผนวกที่ ข 5 สรุปค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนต่างๆ

ตัวแปร	กิจกรรม A0007	กิจกรรม A0008	กิจกรรม A0009	กิจกรรม A0010
<i>Cb</i>	16,500	4,263,000	36,735,000	1,324,000
<i>Ub</i>	500	29,000	93,000	8,600
<i>Ua_v</i>	2,600	6,000	147,183.60	0
<i>Up_i</i>	2,000	16,000	100,000	8,600
<i>Db</i>	152	303	272	122
<i>Da</i>	152	195	165	0
<i>Ds</i>	226	165	195	0

แสดงวิธีการคำนวณจากข้อมูลตัวอย่าง

1. การแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละกิจกรรม ที่มีสาเหตุมาจากวันเริ่มต้นการทำงานจริง และวันที่ทำงานเสร็จจริง ณ.วันที่ทำการพิจารณา ไม่ตรงกับวันเริ่มต้นการทำงานตามแผนและวันแล้วเสร็จของงานตามที่กำหนดไว้ในแผนงาน

$$V_{s_start} = C_b \frac{\text{Min}(D_a, D_b) - \text{Min}(D_s, D_b)}{D_b}$$

1.1 การคำนวณที่กิจกรรม A0007 (Soft Material Excavation only)

$$V_{s_start} = 16,500 * \left(\frac{152 - 152}{152} \right)$$

$$V_{s_start} = 0$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนวันเริ่มต้นออกมาเป็น 0 แสดงว่ากิจกรรมทำได้ตามแผนงานหรือยังไม่ถึงเวลาที่จะเริ่มดำเนินการ

1.2 การคำนวณที่กิจกรรม A0008 (Earth Embankment)

$$V_{s_start} = 4,263,000 * \left(\frac{195 - 165}{303} \right)$$

$$V_{s_start} = 422,079.20$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น + แสดงว่ากิจกรรมทำได้เร็วกว่าแผนงาน

1.3 การคำนวณที่กิจกรรม A0009 (Sand Embankment)

$$V_{s_start} = 36,735,000 * \left(\frac{165 - 195}{272} \right)$$

$$V_{s_start} = -4,051,654.41$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น – แสดงว่ากิจกรรมทำได้ล่าช้ากว่าแผนงาน
เกิดจากเริ่มต้นทำงานมีความล่าช้า ต้องการทางแก้ไข

1.4 การคำนวณที่กิจกรรม A0010 (Earth Fill in Median & Island)

$$V_{s_start} = 1,324,400 * \left(\frac{0 - 0}{122} \right)$$

$$V_{s_start} = 0$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนวันเริ่มต้นออกมาเป็น 0 แสดงว่ากิจกรรมทำได้ตาม
แผนงานหรือยังไม่ถึงเวลาที่จะเริ่มดำเนินการ

2. การแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละกิจกรรม ที่มีสาเหตุมาจาก ปริมาณงานที่ต้องทำจริง
ณ.วันที่พิจารณา ไม่ตรงกับปริมาณงานที่ได้กำหนดไว้ตามแผนงาน

$$V_{s_quantity} = C_b U_a \left(\frac{1}{U_p} - \frac{1}{U_b} \right)$$

2.1 การคำนวณที่กิจกรรม A0007 (Soft Material Excavation only)

$$V_{s_quantity} = 16,500 * 2,600 \left(\frac{1}{2,000} - \frac{1}{500} \right)$$

$$V_{s_quantity} = -64,350$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น – แสดงว่ากิจกรรมนี้มีการเปลี่ยนแปลง
เนื่องจากปริมาณงานเกิดขึ้น มากกว่าแผนงานที่วางไว้

2.2 การคำนวณที่กิจกรรม A0008 (Earth Embankment)

$$V_{s_quantity} = 4,263,000 * 6,000 \left(\frac{1}{16,000} - \frac{1}{29,000} \right)$$

$$V_{s_quantity} = 716,625$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น + แสดงว่ากิจกรรมทำได้เร็วกว่าแผนหรือมีการ
เปลี่ยนแปลงด้านปริมาณงานที่ลดน้อยลงกว่าแผนที่วางไว้

2.3 การคำนวณที่กิจกรรม A0009 (Sand Embankment)

$$V_{s_quantity} = 36,735,000 * 147,183.60 \left(\frac{1}{100,000} - \frac{1}{93,000} \right)$$

$$V_{s_quantity} = -4,069,626.54$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น - แสดงว่ากิจกรรมทำได้ล่าช้า เนื่องจากปริมาณงานที่ทำจริงมากกว่าปริมาณงานที่วางแผนไว้

2.4 การคำนวณที่กิจกรรม A0010 (Earth Fill in Median & Island)

$$V_{s_quantity} = 1,324,400 * 0 * \left(\frac{1}{8,600} - \frac{1}{8,600} \right)$$

$$V_{s_quantity} = 0$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น 0 แสดงว่ากิจกรรมทำแล้วเสร็จตามปริมาณที่คาดการณ์ไว้

3. การแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละกิจกรรม ที่มีสาเหตุมาจาก อัตราการทำงานที่ทำได้จริง ณ.วันที่พิจารณา ไม่ตรงกับอัตราการทำงานที่มีการวางแผนงานไว้

$$V_{s_rate} = \min(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{U_b}{D_b} \right)$$

3.1 การคำนวณที่กิจกรรม A0007 (Soft Material Excavation only)

$$V_{s_rate} = 152 * \frac{16,500}{500} * \left(\frac{2,600}{152} - \frac{500}{152} \right)$$

$$V_{s_rate} = 69,300$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น + แสดงว่ากิจกรรมทำได้เร็วกว่าแผนที่วางแผนไว้

3.2 การคำนวณที่กิจกรรม A0008 (Earth Embankment)

$$V_{s_rate} = 195 * \frac{4,263,000}{29,000} * \left(\frac{6,000}{195} - \frac{29,000}{303} \right)$$

$$V_{s_rate} = -1,861,514.85$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น - แสดงว่าอัตราการทำงานของกิจกรรมนั้นทำได้ล่าช้ากว่าแผนที่กำหนดไว้ ให้หาทางแก้ไข

3.3 การคำนวณที่กิจกรรม A0009 (Sand Embankment)

$$V_{s_rate} = 165 * \frac{36,735,000}{93,000} * \left(\frac{147,183.60}{165} - \frac{93,000}{272} \right)$$

$$V_{s_rate} = 35,853,422.74$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น + แสดงว่าอัตราการทำงานของกิจกรรมทำได้เร็วกว่าแผนลงกว่าแผนที่วางไว้

3.4 การคำนวณที่กิจกรรม A0010 (Earth Fill in Median & Island)

$$V_{s_rate} = 0 * \frac{1,324,400}{8,600} * \left(\frac{0}{0} - \frac{8,600}{122} \right)$$

$$V_{s_rate} = 0$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น 0 แสดงว่าอัตราการทำงานของกิจกรรม

4. การแสดงค่าความคลาดเคลื่อนรวมของแต่ละกิจกรรมของโครงการ

$$V_{s_total} = V_{s_start} + V_{s_quantity} + V_{s_rate}$$

4.1 การคำนวณที่กิจกรรม A0007 (Soft Material Excavation only)

$$V_{s_total} = 0 + (-64,350) + 69,300 = 4,950$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น + แสดงว่ากิจกรรมทำได้เร็วกว่าแผน

4.2 การคำนวณที่กิจกรรม A0008 (Earth Embankment)

$$V_{s_total} = 422,079.20 + 716,625 + (-1,861,514.85) = -722,810.65$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น - แสดงว่ากิจกรรมทำได้ล่าช้ากว่าแผน (มีปัญหา)

4.3 การคำนวณที่กิจกรรม A0009 (Sand Embankment)

$$V_{s_total} = -4,051,654.41 + (-4,069,626.54) + 35,853,422.74 = 27,732,141.79$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น + แสดงว่ากิจกรรมทำได้เร็วกว่าแผนงาน

4.4 การคำนวณที่กิจกรรม A0010 (Earth Fill in Median & Island)

$$V_{s_total} = 0 + 0 + 0 = 0$$

อธิบาย ค่าความคลาดเคลื่อนออกมาเป็น 0 แสดงว่ากิจกรรมทำได้ตามแผน

หมายเหตุ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็น + แสดงว่าทำงานได้เร็วกว่าแผนงานที่กำหนดไว้
ค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็น - แสดงว่าทำงานได้ล่าช้ากว่าแผนงานที่กำหนดไว้

ตารางผนวกที่ ข 6 แสดงผลลัพธ์ค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้จากโปรแกรม

Code_p	Vs_start	Vs_quantity	Vs_rate	Vs_total
A0001	-2,137.70	12,435.84	-14,162.30	-3,864.16
A0002	0.00	0.00	-9,376.56	-9,376.56
A0003	0.00	0.00	-6,685.76	-6,685.76
A0004	-7,877.46	11,619.37	-27,089.72	-23,347.80
A0005	0.00	-170,223.67	41,451.09	-128,772.58
A0006	0.00	-339,147.15	321,247.83	-17,899.32
A0007	0.00	-64,350.00	69,300.00	4,950.00
A0008	422,079.21	716,625.00	-1,861,514.85	-722,810.64
A0009	-4,051,654.41	-4,069,626.54	35,853,422.74	27,732,141.78
A0010	0.00	0.00	0.00	0.00
A0011	0.00	14,039,325.85	-4,393,811.88	9,645,513.96
A0012	0.00	3,293,426.60	13,905,285.24	17,198,711.84
A0013	0.00	50,786.99	-9,490.36	41,296.63
A0014	0.00	2,527,647.84	1,664,032.50	4,191,680.34
A0015	0.00	-150,238.51	-2,393,571.43	-2,543,809.94
A0016	0.00	5,129,546.93	45,477,598.50	50,607,145.43
A0017	0.00	953,255.94	37,807,438.02	38,760,693.95
A0018	0.00	2,893,202.93	33,007,772.51	35,900,975.44
A0019	0.00	-4,283,613.56	8,147,399.43	3,863,785.87
A0020	0.00	435,413.38	-208,595.51	226,817.87
A0021	0.00	-5,543.92	9,901.69	4,357.77
A0022	0.00	0.00	-3,529.89	-3,529.89
A0023	0.00	0.00	-5,191.01	-5,191.01
ผลรวมค่าความคลาดเคลื่อนของโครงการ :				184,712,783.22

หมายเหตุ ค่าที่มีการระบายคือค่าตัวอย่างที่ใช้คำนวณ

สรุป ผลที่ได้จากการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในสาเหตุต่างๆ ด้วยสูตรตามทฤษฎี และผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในสาเหตุต่างๆ ที่ได้จากโปรแกรม

ตารางผนวกที่ ข 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก Vs_start

<i>Code_p</i>	<i>Activity</i>	<i>จำนวน Vs_start</i>	<i>โปรแกรม Vs_start</i>
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	0.00	0.00
A0008	Earth Embankment (Baksied of Barrier)	422,079.21	422,079.21
A0009	Sand Embankment	-4,051,654.41	-4,051,654.41
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ ข 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก Vs_quantity

<i>Code_p</i>	<i>Activity</i>	<i>จำนวน Vs_quantity</i>	<i>โปรแกรม Vs_quantity</i>
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	-64,350.00	-64,350.00
A0008	Earth Embankment (Baksied of Barrier)	716,625.00	716,625.00
A0009	Sand Embankment	-4,069,626.54	-4,069,626.54
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ ข 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก Vs_rate

<i>Code_p</i>	<i>Activity</i>	<i>จำนวน Vs_rate</i>	<i>โปรแกรม Vs_rate</i>
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	69,300.00	69,300.00
A0008	Earth Embankment (Baksied of Barrier)	-1,861,514.85	-1,861,514.85
A0009	Sand Embankment	35,853,422.74	35,853,422.74
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ ข 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก Vs_total

<i>Code_p</i>	<i>Activity</i>	<i>จำนวน Vs_total</i>	<i>โปรแกรม Vs_total</i>
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	4,950.00	4,950.00
A0008	Earth Embankment (Baksied of Barrier)	-722,810.64	-722,810.64
A0009	Sand Embankment	27,732,141.78	27,732,141.78
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00

จากการคำนวณเปรียบเทียบกิจกรรมที่ A0007, A0008, A0009 และ A0010 ด้วยสูตรตามทฤษฎีกับการคำนวณด้วยโปรแกรมให้ผลลัพธ์ออกมามีค่าตรงกันตามที่ต้องการ โดยสามารถแสดงสาเหตุของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวันเริ่มต้นไม่ตรงกับวันเริ่มต้นที่กำหนดไว้ตามแผนการทำงาน สาเหตุของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานมีการเปลี่ยนแปลงไปจากปริมาณที่กำหนดไว้ตามแผนงาน และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงานไม่ตรงกับอัตราการทำงานขณะวางแผนงาน ซึ่งทำให้ผู้ควบคุมโครงการสามารถทราบสาเหตุความคลาดเคลื่อนได้อย่างถูกต้องตรงเป้าหมายมากขึ้น

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานโปรแกรม



คำนำ

โปรแกรมนี้ได้จัดทำขึ้นภายใต้การดูแลของผู้ช่วยศาสตราจารย์สุณีรัตน์ กุศลลาศัย อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา(บริหารงานก่อสร้าง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ปี2550 โดยโปรแกรมจะสามารถแสดงสาเหตุของค่าความคลาดเคลื่อนในสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้คือสาเหตุเนื่องจากการเริ่มต้นทำงานจริงไม่ตรงกับวันเริ่มต้นของแผนงาน ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปริมาณงานเปลี่ยนแปลงไปจากแผนงานที่กำหนด และค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการการทำงานที่ได้จริงกับอัตราการการทำงานของแผนงาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ควบคุมโครงการเป็นอย่างมาก

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะเป็ประโยชน์สำหรับผู้มีหน้าที่ควบคุมแผนงาน

วรพันธ์ แก้วพิทยาภรณ์
ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
1. ทรัพยากรที่จำเป็น และการเปิดใช้งานโปรแกรม	82
2. ส่วนนำเข้าข้อมูล	
2.1 วิธีการนำเข้าแผนงาน / ปฏิทินวันหยุด	85
2.2 วิธีการนำเข้าข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง	86
3. ส่วนคำนวณ	
วิธีการประมวลผล(ส่งโปรแกรมคำนวณ)	94
4. ส่วนแสดงผล	
แสดงรายละเอียดแต่ละกิจกรรมโดยการประเมินสถานการณ์ล่าสุด	103
การสร้างรายงานรายละเอียดโครงการ	103
การสร้างรายงานแสดงเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนของกิจกรรม	105

ทรัพยากรที่จำเป็นในการประมวลผล

ในการประมวลผลโปรแกรมเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ผู้ใช้ควรทำการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล ก่อนการใช้งาน

ตารางผนวกที่ ค 1 ทรัพยากรที่จำเป็นในการประมวลผลโปรแกรม

ทรัพยากร	คุณสมบัติอย่างน้อยที่สุดที่ต้องการสำหรับประมวลผล
ระบบปฏิบัติการ	Window XP
ระบบประมวลผล	CPU 2.53 GHZ
หน่วยความจำ	RAM 512 MB
พื้นที่ว่างสำหรับใช้งาน	มากกว่า 50 MB
โปรแกรมประมวล	Microsoft Office 2003

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

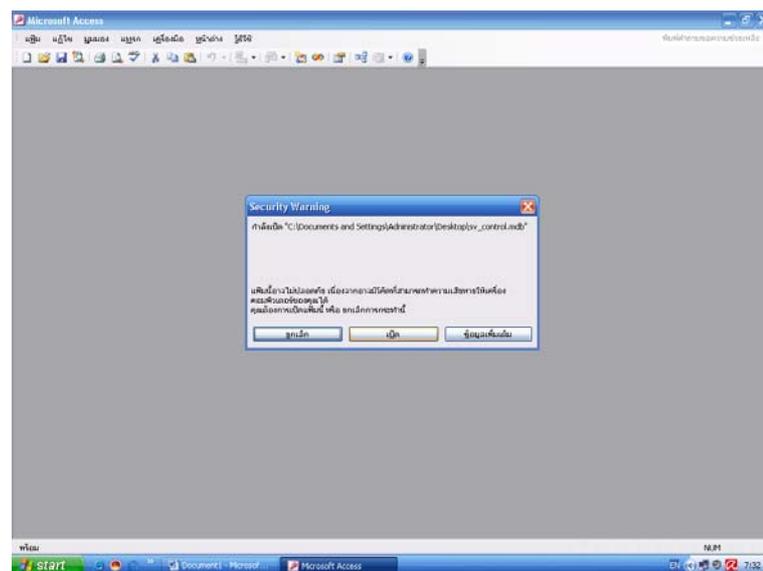
1. การเริ่มเข้าใช้งาน

1.1 ให้ทำการดับเบิลคลิกที่ ชื่อโปรแกรม



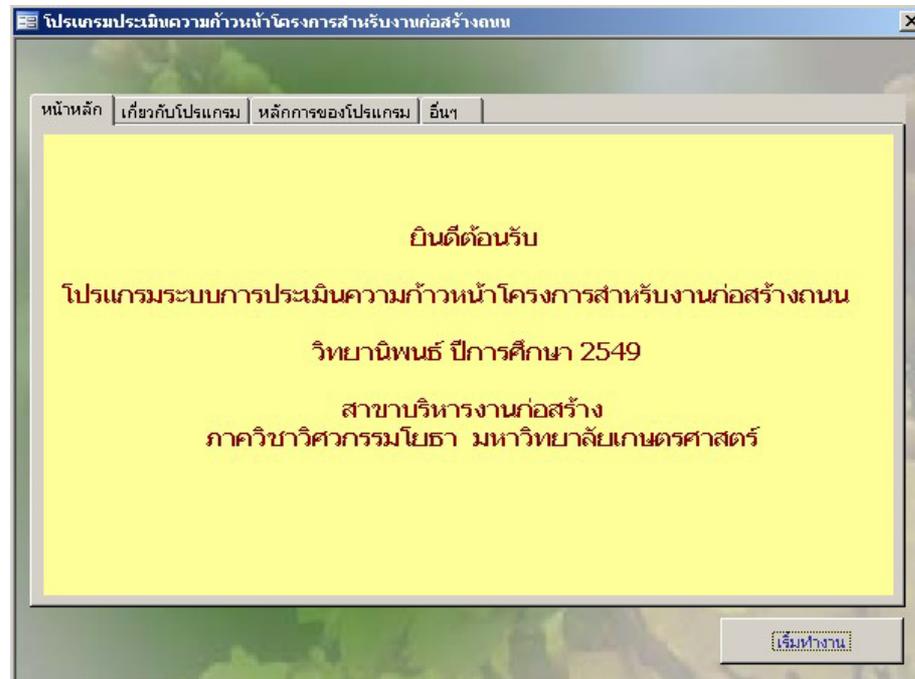
ภาพผนวกที่ ค 1 แสดงการเรียกใช้งานโปรแกรม

1.2 ทำการคลิกที่ สำหรับเปิดใช้โปรแกรม



ภาพผนวกที่ ค 2 แสดงหน้าต่างสำหรับเรียกใช้งาน

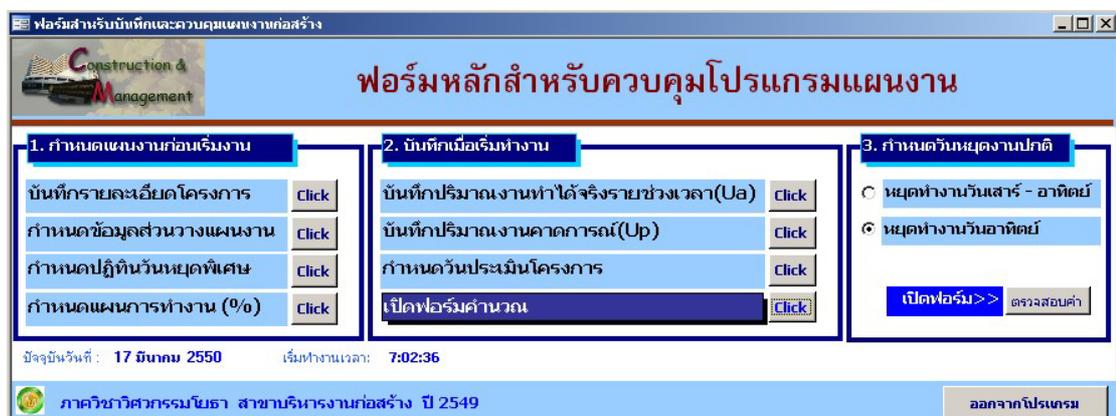
1.3 ทำการคลิกที่ **เริ่มทำงาน** จะปรากฏหน้าต่างสำหรับให้ทำแนะนำ



ภาพผนวกที่ ค 3 แสดงหน้าต่างสำหรับแนะนำโปรแกรม

2. ส่วนกำหนดแผนงาน

2.1 เมื่อทำการเริ่มทำงานจะเห็นฟอร์มหลักสำหรับควบคุมโปรแกรมแผนงาน



ภาพผนวกที่ ค 4 แสดงหน้าต่างหลักสำหรับควบคุมโปรแกรมแผนงาน

2.2 ทำการคลิกที่ **บันทึกรายละเอียดโครงการ** **Click** สำหรับเปิดใช้โปรแกรม

รายละเอียดข้อมูลโครงการก่อสร้าง

ชื่อโครงการ	โครงการก่อสร้างทางสายปรับปรุงทางหลวงหมายเลข 34 ตอน บางนา - ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ส่วนที่ 1)		
สัญญาเลขที่	สท.2/9/2547 ลงวันที่ 22 มิถุนายน 2547		
ดำเนินการโดย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จำกัด		
วันเริ่มสัญญา	2 เมษายน 2549	วันปรีวันที่ :	4 มีนาคม 2550
ระยะเวลาดำเนินงาน	450 วัน	เป็นวันทำงานที่ :	337 วัน
วันสิ้นสุดสัญญา	26 มิถุนายน 2550	เหลือเวลาดำเนินการอีก	113 วัน
เงินงบประมาณ	596,516,429.00 บาท		
ค่าปรับวันละ	1,491,291.07 บาท		

ปิดฟอร์ม

วิทยาลัยพันธ์ ปี 2550 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา..สาขาบริหารงานก่อสร้าง..มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ค 5 ฟอร์มแสดงรายละเอียดโครงการ

2.3 ทำการคลิกที่ **กำหนดข้อมูลส่วนวางแผนงาน** **Click** สำหรับเปิดใช้โปรแกรม

ส่วนบันทึกแผนงานหลัก

กำหนดกลุ่มงานหลัก: 2

รายละเอียดกลุ่มงานหลัก: EARTH WORK

ส่วนบันทึกแผนงานกิจกรรมย่อย

รหัส_p	รหัสกิจกรรม	รายการ	หน่วย	ปริมาณงานตามแผน	ราคาต่อหน่วย	วันเริ่มตั้ง	งานเสร็จตั้ง
A0004	2.1	Clearing and Grubbing	Sq.m.	240,000.00	1,000	1/7/2547	
A0005	2.2(1)	Roadway Excavation, Earth Excavation	Cu.m.	11,500.00	29,000	1/8/2547	1/2/2548
A0006	2.2(4)	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excav.	Cu.m.	2,200.00	33,000	1/8/2547	1/2/2548
A0007	2.2(5)	Soft Material Excavation (Excavation only)	Cu.m.	500.00	33,000	1/8/2547	31/12/2547
A0008	2.3(1)	Earth Embankment (Backsided of Barrier)	Cu.m.	29,000.00	147,000	1/9/2547	
A0009	2.3(2)	Sand Embankment	Cu.m.	93,000.00	395,000	1/10/2547	
A0010	2.3(4)	Earth Fill in Median & Island	Cu.m.	8,600.00	154,000		

บันทึกที่: A0023

หมายเหตุ: หากคลิกข้อมูลของรหัส_p ให้ Double Click ที่ฟิลด์เพื่อดูรหัสที่คลิกแล้ว ให้ทำการกดคีย์ รหัส_p ดังรายชื่อที่แสดงและเลือก

สาขาบริหารงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

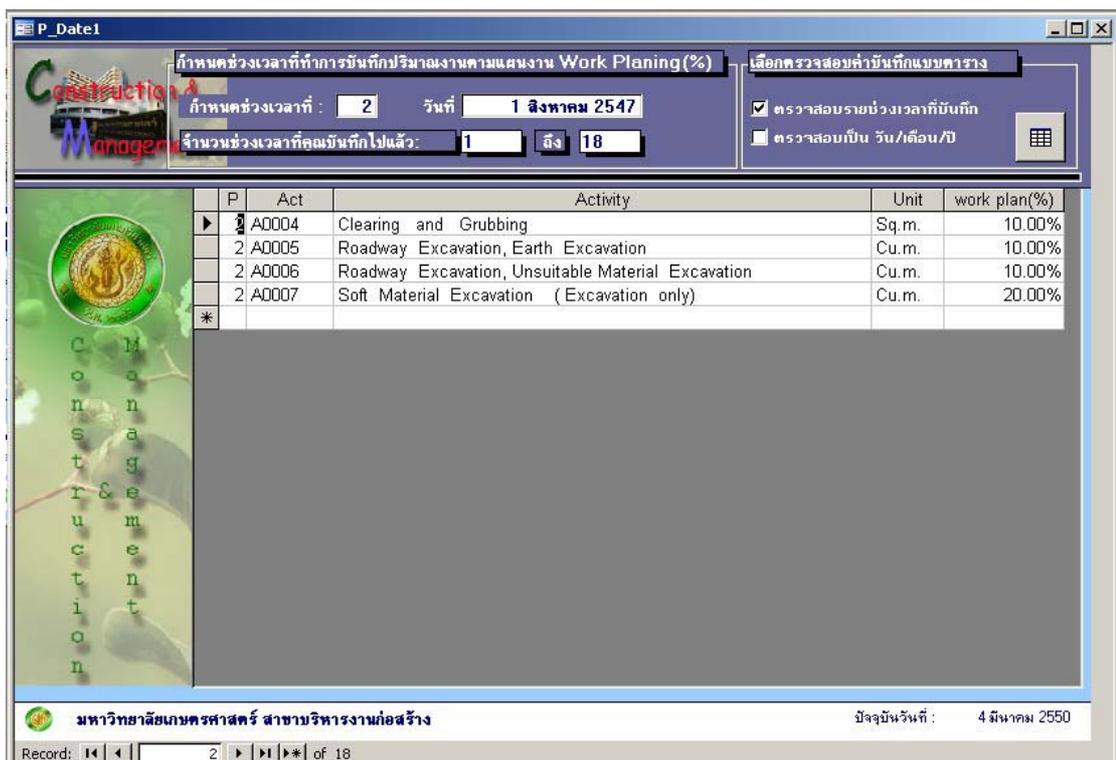
ภาพผนวกที่ ค 6 แสดงหน้าต่างสำหรับนำเข้าข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ

2.4 ทำการคลิกที่ **กำหนดปฏิทินวันหยุดพิเศษ**  สำหรับเปิดใช้โปรแกรม



ภาพผนวกที่ ค 7 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดปฏิทินวันหยุดพิเศษ

2.5 ทำการคลิกที่ **กำหนดแผนการทำงาน (0%)**  จะได้นหน้าต่างแสดงดังภาพ



ภาพผนวกที่ ค 8 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดแผนการทำงาน

2.6 ทำการเลือกว่าจะดูช่วงเวลาแบบใด

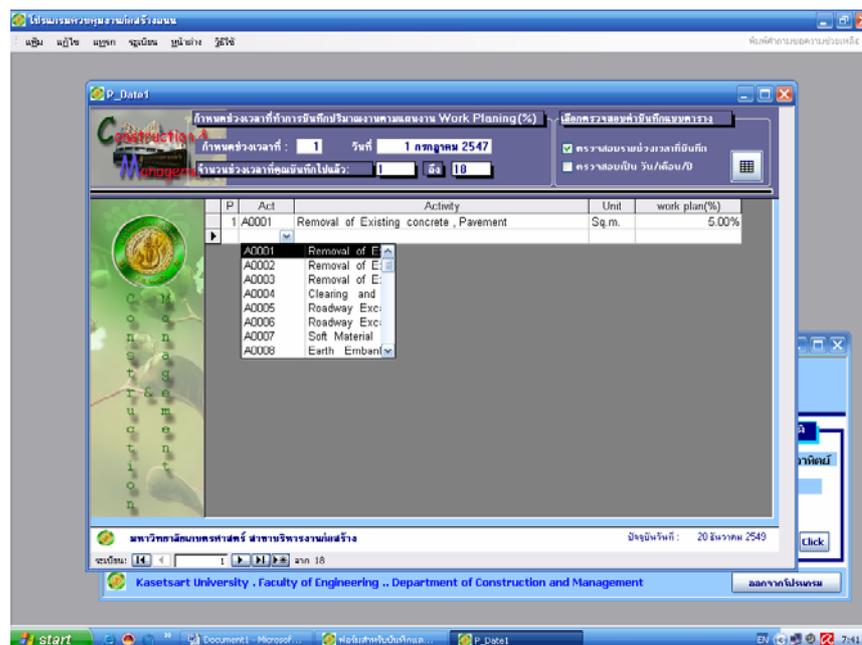


และคลิกที่ปุ่ม



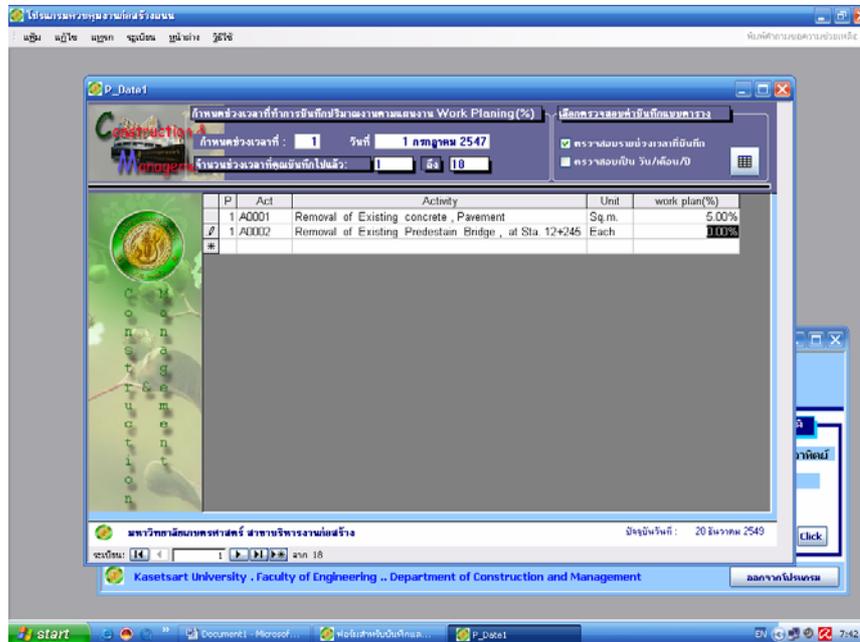
ภาพผนวกที่ ค 9 แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกตรวจสอบข้อมูลนำเข้าแบบตาราง

2.7 ทำการคลิกที่ สำหรับเลือกรายการกิจกรรมที่ต้องการบันทึกค่า



ภาพผนวกที่ ค 10 แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกกิจกรรมที่ต้องการ

2.8 ทำการบันทึกปริมาณงานที่ต้องการในฟิลด์ **work plan(%)** โดยส่วนแผนงานให้กำหนดเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์เท่านั้น



ภาพผนวกที่ ค 11 แสดงหน้าต่างสำหรับนำเข้าปริมาณแต่ละกิจกรรมตามแผนงาน

2.9 ทำการตรวจสอบค่าถูกต้องโดยรวมของแผนงานที่ทำการกำหนดค่าไว้แบบช่วงเวลาตามที่กำหนดไว้ในแผนงานเป็นตัวเลข

Act	Activity	work_plan(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A0001	Removal of Existing concrete , Pavem	100.00%							50.00%	50.00%		
A0002	Removal of Existing Predestain Bridg	100.00%					50.00%	50.00%				
A0003	Removal of Existing Predestain Bridg	100.00%						50.00%	50.00%			
A0004	Clearing and Grubbing	100.00%	5.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	20.00%	20.00%			
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	100.00%		10.00%	15.00%	20.00%	20.00%	20.00%	15.00%			
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Mater	100.00%		10.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	10.00%			
A0007	Soft Material Excavation (Excavatio	100.00%		20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%				
A0008	Earth Embankment (Backsied of Ba	100.00%				10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%
A0009	Sand Embankment	100.00%			5.00%	15.00%	5.00%	5.00%	2.50%	2.50%	20.00%	25.00%
A0010	Earth Fill in Median & Island	100.00%										
A0011	Soil Aggregate Subbase	100.00%			2.50%	18.00%	2.50%	2.50%	2.50%	2.00%	15.00%	20.00%
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	100.00%			2.50%	18.00%	2.50%	2.50%	2.50%	2.00%	10.00%	10.00%
A0013	Sand Cushion Under Concrete Paver	100.00%								30.00%	30.00%	40.00%
A0014	Prime Coat	100.00%							2.50%	2.50%	5.00%	15.00%
A0015	Tack Coat	100.00%			2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	5.00%	5.00%
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	100.00%			2.50%	15.00%	1.00%	1.00%	1.00%	0.50%	10.00%	10.00%
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 c	100.00%							2.50%	2.50%	5.00%	15.00%
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5	100.00%								2.50%	2.50%	5.00%
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	100.00%			5.00%	10.00%	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%	10.00%	15.00%
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement	100.00%								30.00%	30.00%	40.00%
A0021	Longitudinal Joint	100.00%								30.00%	30.00%	40.00%
A0022	Dummy Joint	100.00%								30.00%	30.00%	40.00%
A0023	Edge Joint	100.00%								30.00%	30.00%	40.00%

ภาพผนวกที่ ค 12 แสดงหน้าต่างการตรวจสอบการนำเข้าแผนงานแบบช่วงเวลา

2.10 ทำการตรวจสอบค่าถูกต้องโดยรวมของแผนงานที่ทำการกำหนดค่าไว้แบบ
ช่วงเวลาตามที่กำหนดไว้ในแผนงานเป็นวันที่ (วัน/เดือน/ปี) ในรูปแบบ Short Date

รหัสกิจกรรม	Activity	sum_work_plan	1/7/2547	1/8/2547	1/9/2547	1/10/2547	1/11/2547	1/12/2547	1/1/2548	1/2/2548	1/3/2548
▶ 1.2	Removal of Existing concrete ,	100.00%							50.000%	50.000%	
1.4(1)	Removal of Existing Predestain	100.00%							50.000%	50.000%	
1.4(2)	Removal of Existing Predestain	100.00%							50.000%	50.000%	
2.1	Clearing and Grubbing	100.00%	5.000%	10.000%	10.000%	10.000%	10.000%	20.000%	20.000%	20.000%	
2.2(1)	Roadway Excavation, Earth Exc	100.00%		10.000%	15.000%	20.000%	20.000%	20.000%	20.000%	15.000%	
2.2(4)	Roadway Excavation, Unsuitable	100.00%		10.000%	20.000%	20.000%	20.000%	20.000%	20.000%	10.000%	
2.2(5)	Soft Material Excavation (Exc	100.00%		20.000%	20.000%	20.000%	20.000%	20.000%	20.000%		
2.3(1)	Earth Embankment (Backsied	100.00%				10.000%	10.000%	10.000%	10.000%	10.000%	10.000%
2.3(2)	Sand Embankment	100.00%			5.000%	15.000%	5.000%	5.000%	2.500%	2.500%	20.000%
2.3(4)	Earth Fill in Median & Island	100.00%									
3.1(1)	Soil Aggregate Subbase	100.00%			2.500%	18.000%	2.500%	2.500%	2.500%	2.000%	15.000%
3.2(1)	Crushed Soil Aggregate Tyte E	100.00%			2.500%	18.000%	2.500%	2.500%	2.500%	2.000%	10.000%
3.4(1)	Sand Cushion Under Concrete	100.00%								30.000%	30.000%
4.1(1)	Prime Coat	100.00%							2.500%	2.500%	5.000%
4.1(2)	Tack Coat	100.00%			2.500%	2.500%	2.500%	2.500%	2.500%	2.500%	5.000%
4.4(2)	Asphalt Bound Base (10 cm. T	100.00%			2.500%	15.000%	1.000%	1.000%	1.000%	0.500%	10.000%
4.4(3)	Asphalt Concrete Binder Cours	100.00%							2.500%	2.500%	5.000%
4.4(4)	Asphalt Concrete Wearing Cou	100.00%								2.500%	2.500%
4.4(5)	Asphalt Bound Base (Levelling)	100.00%			5.000%	10.000%	2.500%	2.500%	2.500%	2.500%	10.000%
4.9(1)	Portland Cement Concrete Paver	100.00%								30.000%	30.000%
4.9(4)	Longitudinal Joint	100.00%								30.000%	30.000%
4.9(5)	Dummy Joint	100.00%								30.000%	30.000%
4.9(6)	Edge Joint	100.00%								30.000%	30.000%

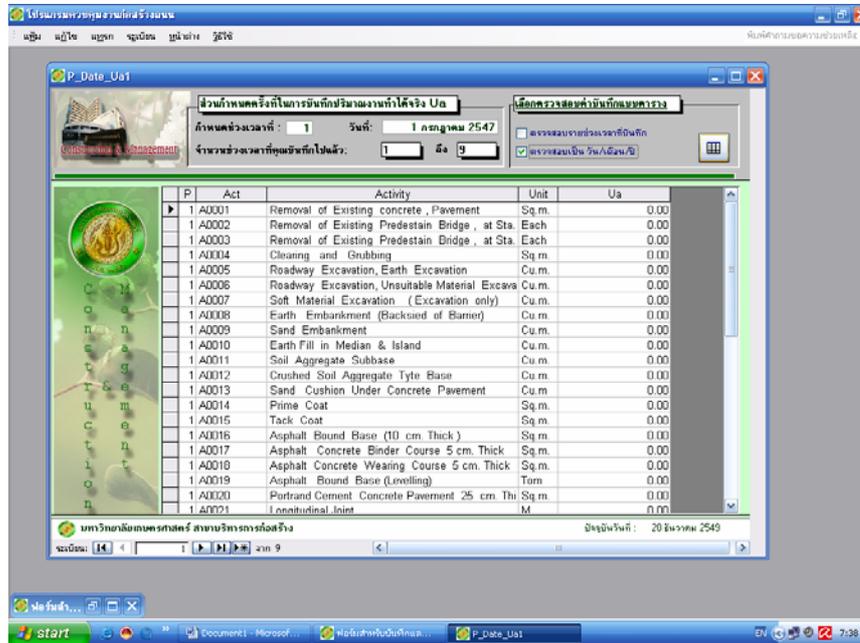
ภาพผนวกที่ ค 13 แสดงหน้าต่างการตรวจสอบการนำเข้าแผนงานแบบวันที่

2.11 ทำการบันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริงตามช่วงเวลาค่าที่ใส่ต้องเป็นปริมาณแบบ
สะสมเท่านั้น

Act	Activity	Unit	Ua
▶ 1 A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	Sq.m.	0.00
1 A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta.	Each	0.00
1 A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta.	Each	0.00
1 A0004	Clearing and Grubbing	Sq.m.	0.00
1 A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	Cu.m.	0.00
1 A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excava	Cu.m.	0.00
1 A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	Cu.m.	0.00
1 A0008	Earth Embankment (Backsied of Blamer)	Cu.m.	0.00
1 A0009	Sand Embankment	Cu.m.	0.00
1 A0010	Earth Fill in Median & Island	Cu.m.	0.00
1 A0011	Soil Aggregate Subbase	Cu.m.	0.00
1 A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	Cu.m.	0.00
1 A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	Cu.m.	0.00
1 A0014	Prime Coat	Sq.m.	0.00
1 A0015	Tack Coat	Sq.m.	0.00
1 A0016	Asphalt Bound Base (10 cm Thick)	Sq.m.	0.00
1 A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	Sq.m.	0.00
1 A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	Sq.m.	0.00
1 A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	Ton	0.00
1 A0020	Portland Cement Concrete Pavement 25 cm. Thi	Sq.m.	0.00
1 A0021	Longitudinal Joint	M	0.00

ภาพผนวกที่ ค 14 แสดงหน้าต่างการบันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริง

2.12 ทำการเลือกที่  สำหรับเลือกให้แสดงผลแบบใด และคลิกที่ปุ่ม 



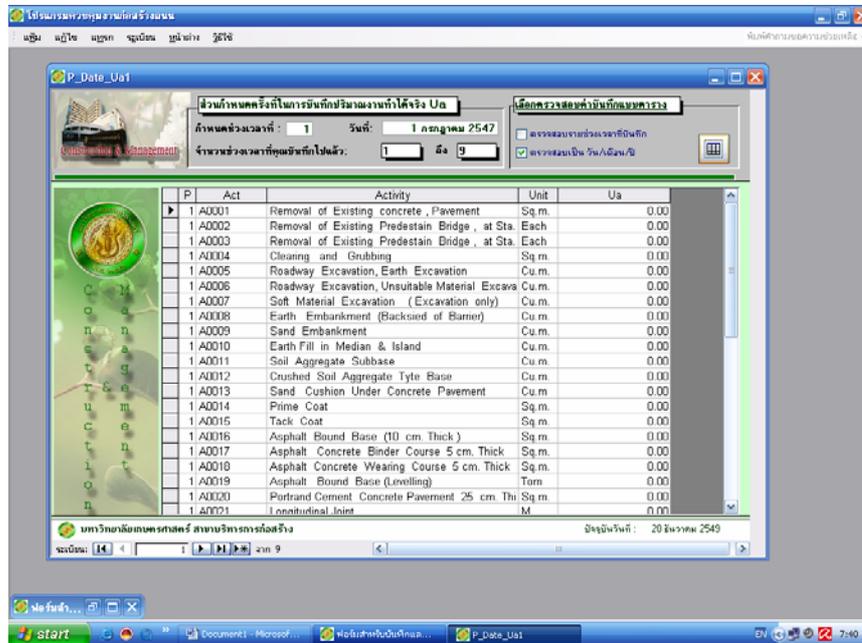
ภาพผนวกที่ ค 15 แสดงหน้าต่างการเลือกการแสดงผลแบบตาราง

2.13 รูปแบบการแสดงผลการตรวจสอบแผนแบบตารางเป็นช่วงเวลา

Act	Activity	Unit	1	2	3	4	5
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	Sq.m.	0.00	30.00	100.00	150.00	1
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	Each	0.00	0.50	0.80	1.00	
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	Each	0.00	0.50	0.80	1.00	
A0004	Clearing and Grubbing	Sq.m.	0.00	1,600.00	10,000.00	20,000.00	30,0
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	Cu.m.	0.00	500.00	8,000.00	10,000.00	10,2
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	Cu.m.	0.00	200.00	3,000.00	4,000.00	4,5
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	Cu.m.	0.00	0.00	800.00	900.00	1,0
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	Cu.m.	0.00	0.00	0.00	2,000.00	2,5
A0009	Sand Embankment	Cu.m.	0.00	0.00	0.00	0.00	40,0
A0010	Earth Fill in Median & Island	Cu.m.	0.00	0.00	0.00	0.00	
A0011	Soil Aggregate Subbase	Cu.m.	0.00	3,000.00	5,000.00	7,000.00	10,0
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	Cu.m.	0.00	5,000.00	20,000.00	30,000.00	40,0
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	Cu.m	0.00	20.00	40.00	50.00	
A0014	Prime Coat	Sq.m.	0.00	20,000.00	100,000.00	150,000.00	160,0
A0015	Tack Coat	Sq.m.	0.00	200,000.00	300,000.00	400,000.00	500,0
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	Sq.m.	0.00	200,000.00	400,000.00	476,469.98	
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	Sq.m.	0.00	40,000.00	100,000.00	200,000.00	300,0
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	Sq.m.	0.00	50,000.00	150,000.00	180,000.00	200,0
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	Tom	0.00	5,000.00	10,000.00	11,000.00	12,0
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	Sq.m.	0.00	70.00	200.00	250.00	3
A0021	Longitudinal Joint	M	0.00	25.00	100.00	120.00	1
A0022	Dummy Joint	M	0.00	0.00	0.00	0.00	
A0023	Edge Joint	M	0.00	0.00	0.00	0.00	

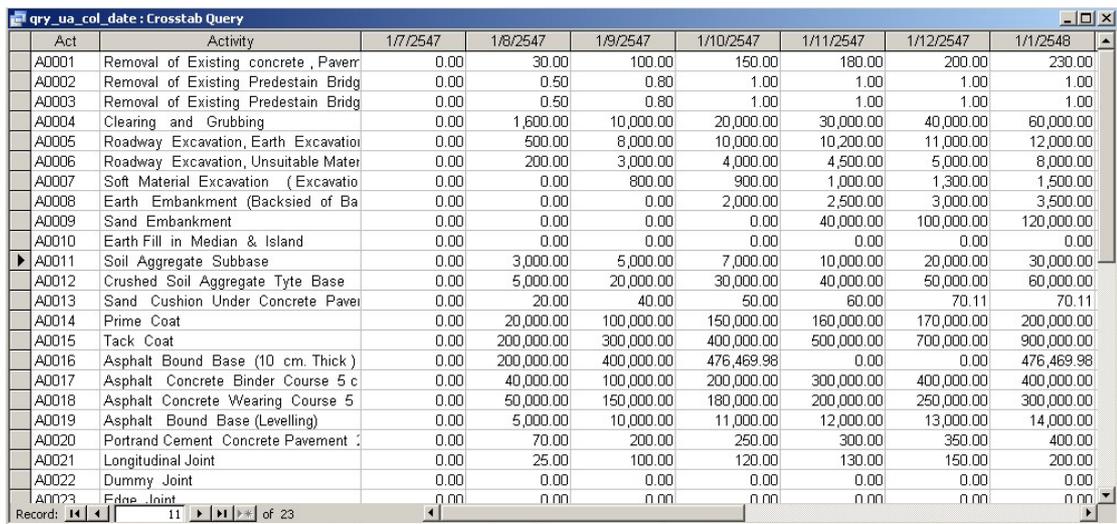
ภาพผนวกที่ ค 16 แสดงหน้าต่างการเลือกแสดงผลแบบตารางช่วงเวลา

2.14 ทำการเลือกที่  สำหรับแสดงตารางวางแผนงานแบบ วัน/เดือน/ปี



ภาพผนวกที่ ค 17 แสดงหน้าต่างการเลือกแสดงผลแบบตารางวันที่

2.15 รูปแบบการแสดงผลแบบตารางวันที่ ของแผนงานสำหรับมุมมองภาพรวมแผนงานโครงการ



Act	Activity	1/7/2547	1/8/2547	1/9/2547	1/10/2547	1/11/2547	1/12/2547	1/1/2548
A0001	Removal of Existing concrete , Pavemr	0.00	30.00	100.00	150.00	180.00	200.00	230.00
A0002	Removal of Existing Predestain Bridg	0.00	0.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
A0003	Removal of Existing Predestain Bridg	0.00	0.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
A0004	Cleaning and Grubbing	0.00	1,600.00	10,000.00	20,000.00	30,000.00	40,000.00	60,000.00
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	0.00	500.00	8,000.00	10,000.00	10,200.00	11,000.00	12,000.00
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Mater	0.00	200.00	3,000.00	4,000.00	4,500.00	5,000.00	8,000.00
A0007	Soft Material Excavation (Excavatio	0.00	0.00	800.00	900.00	1,000.00	1,300.00	1,500.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Ba	0.00	0.00	0.00	2,000.00	2,500.00	3,000.00	3,500.00
A0009	Sand Embankment	0.00	0.00	0.00	0.00	40,000.00	100,000.00	120,000.00
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A0011	Soil Aggregate Subbase	0.00	3,000.00	5,000.00	7,000.00	10,000.00	20,000.00	30,000.00
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyle Base	0.00	5,000.00	20,000.00	30,000.00	40,000.00	50,000.00	60,000.00
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pave	0.00	20.00	40.00	50.00	60.00	70.11	70.11
A0014	Prime Coat	0.00	20,000.00	100,000.00	150,000.00	180,000.00	170,000.00	200,000.00
A0015	Tack Coat	0.00	200,000.00	300,000.00	400,000.00	500,000.00	700,000.00	900,000.00
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm.Thick)	0.00	200,000.00	400,000.00	476,469.98	0.00	0.00	476,469.98
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 c	0.00	40,000.00	100,000.00	200,000.00	300,000.00	400,000.00	400,000.00
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5	0.00	50,000.00	150,000.00	180,000.00	200,000.00	250,000.00	300,000.00
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	0.00	5,000.00	10,000.00	11,000.00	12,000.00	13,000.00	14,000.00
A0020	Portland Cement Concrete Pavement	0.00	70.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
A0021	Longitudinal Joint	0.00	25.00	100.00	120.00	130.00	150.00	200.00
A0022	Dummy Joint	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A0023	Edge Joint	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาพผนวกที่ ค 18 แสดงหน้าต่างการแสดงผลแบบตารางวันที่

2.16 ทำการคลิกที่ **บันทึกปริมาณงานคาดการณ์(Up)** สำหรับบันทึกปริมาณงานคาดการณ์



ภาพผนวกที่ ค 19 แสดงหน้าต่างการนำเข้าปริมาณงานคาดการณ์

2.17 เมื่อทำการกรอกข้อมูลปริมาณงานคาดการณ์และเลือกให้แสดงผลข้อมูลแบบมุมมองตารางช่วงเวลา

Act	Activity	Unit	1
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	Sq.m.	318.90
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	Each	1.00
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	Each	1.00
A0004	Clearing and Grubbing	Sq.m.	215,016.44
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	Cu.m.	20,967.10
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	Cu.m.	15,323.77
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	Cu.m.	3,000.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	Cu.m.	10,000.00
A0009	Sand Embankment	Cu.m.	150,000.00
A0010	Earth Fill in Median & Island	Cu.m.	8,600.00
A0011	Soil Aggregate Subbase	Cu.m.	51,117.65
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	Cu.m.	73,660.25
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	Cu.m.	70.11
A0014	Prime Coat	Sq.m.	296,494.88
A0015	Tack Coat	Sq.m.	1,229,987.00
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	Sq.m.	476,469.97
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	Sq.m.	511,320.88
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	Sq.m.	545,957.63
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	Tom	14,389.97
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	Sq.m.	701.06
A0021	Longitudinal Joint	M	354.95
A0022	Dummy Joint	M	0.00
A0023	Edge Joint	M	0.00

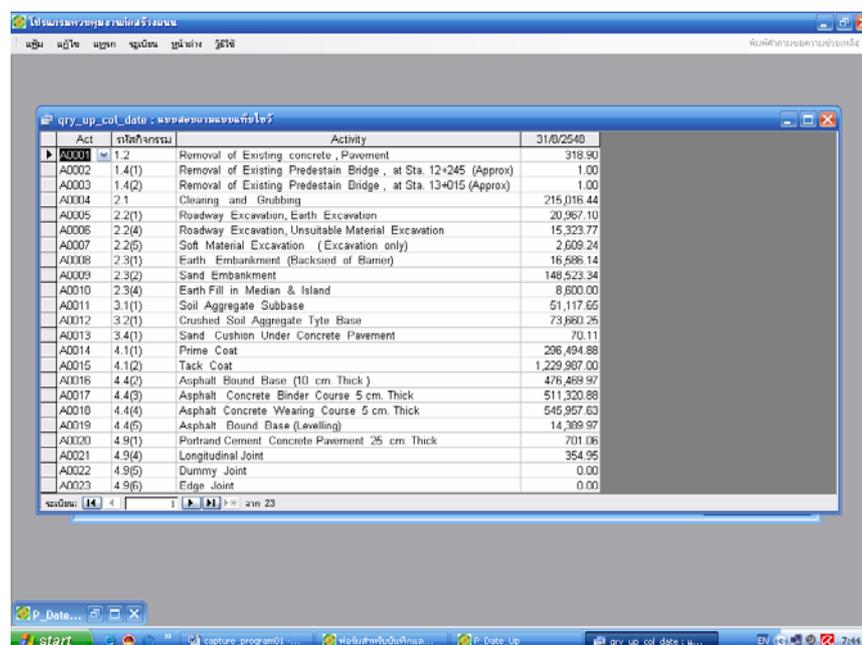
ภาพผนวกที่ ค 20 หน้าต่างแสดงผลข้อมูลแบบตารางช่วงเวลา

2.18 ทำการเลือก สำหรับเลือกแสดงค่าปริมาณการดำเนินงานแบบตาราง



ภาพผนวกที่ ค 21 แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกแสดงผลปริมาณงานคาดการณ์แบบวันที่

2.19 การแสดงค่าปริมาณการดำเนินงานแบบตาราง



ภาพผนวกที่ ค 22 หน้าต่างแสดงผลปริมาณงานคาดการณ์แบบตารางวันที่

2.20 ทำการคลิกที่ **กำหนดวันประเมินโครงการ** สำหรับกำหนดวันทำการประเมินโครงการ



ภาพผนวกที่ ค 23 แสดงหน้าต่างการกำหนดวันทำการประเมินโครงการ

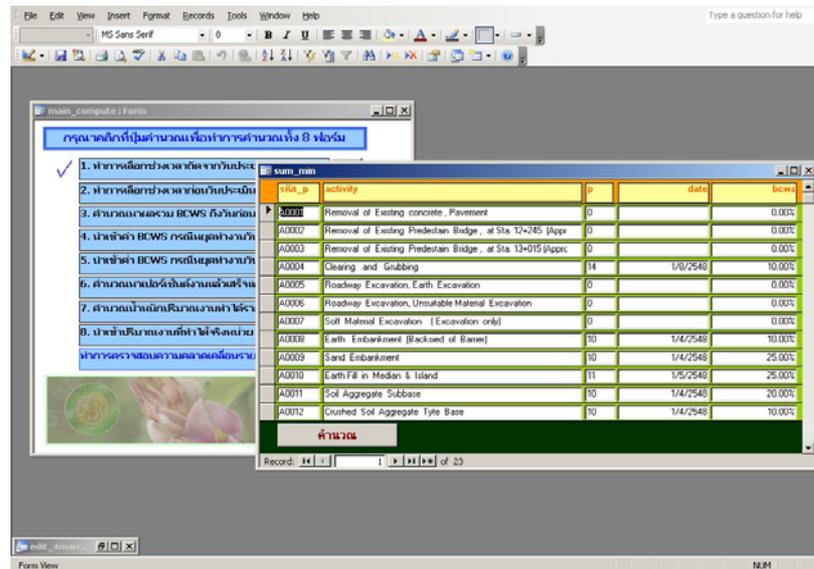
3. ส่วนการคำนวณ

3.1 ทำการคลิกที่ **เปิดฟอร์มคำนวณ** จะได้ฟอร์มทำการคำนวณตั้งภาพ ให้ทำการคลิกเลือกปุ่มที่ 1 – 8 เพื่อเปิดฟอร์มคำนวณแต่ละส่วน แล้วทำการคลิกที่ปุ่ม **คำนวณ** รอจนคำนวณเสร็จ ทั้ง 8 ฟอร์ม



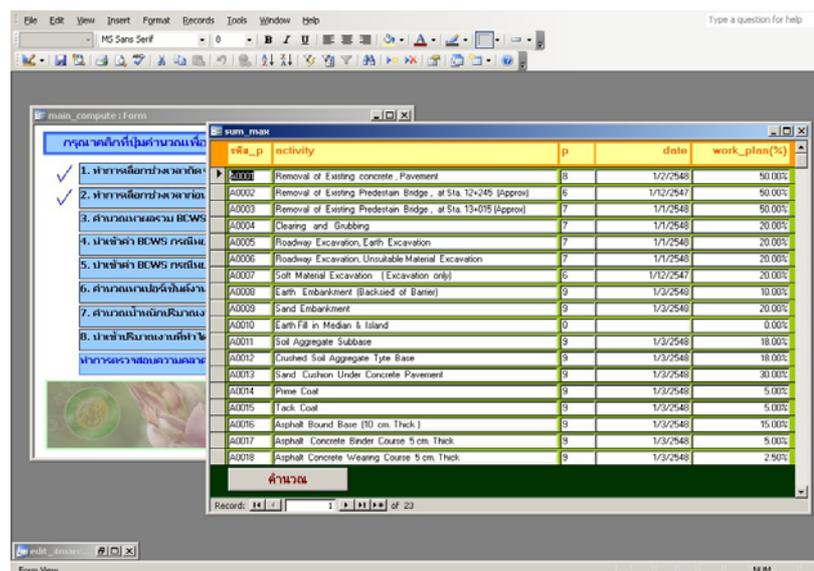
ภาพผนวกที่ ค 24 แสดงหน้าต่างหลักสำหรับใช้คำนวณ

3.2 ทำการคลิกที่ **1. ทำการเลือกช่วงเวลาถัดจากวันประเมินโครงการ** **Click** สำหรับเปิดฟอร์ม สำหรับคำนวณที่ 1 โดยเมื่อทำการคลิกที่ปุ่มแล้ว จะมีเครื่องหมายถูก ปรากฏด้านหน้าปุ่มเพื่อ แสดงว่าได้เคยทำการเปิดฟอร์มนี้แล้ว เพื่อเป็นการช่วยเตือนว่าปุ่มไหนยังไม่เคยเปิด



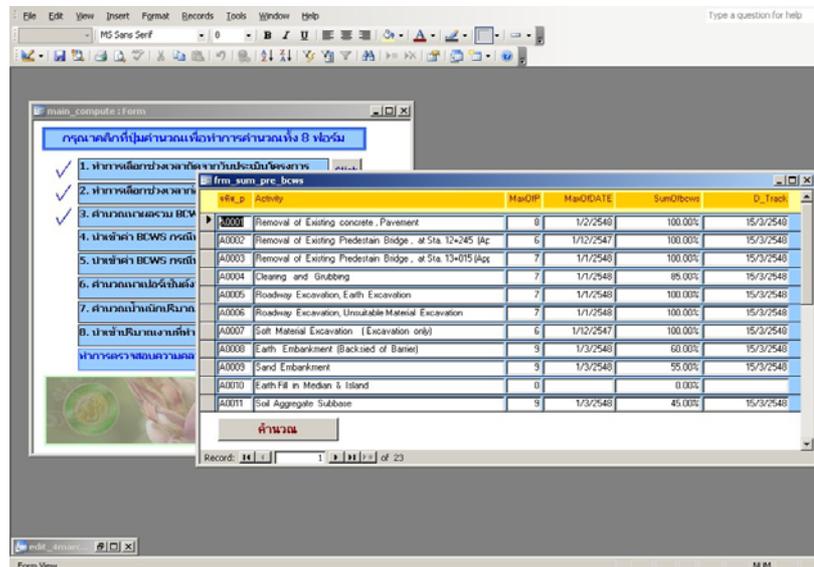
ภาพผนวกที่ ค 25 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 1

3.3 ทำการคลิกที่ **2. ทำการเลือกช่วงเวลาก่อนวันประเมินโครงการ** **Click** สำหรับเปิดฟอร์ม คำนวณที่ 2



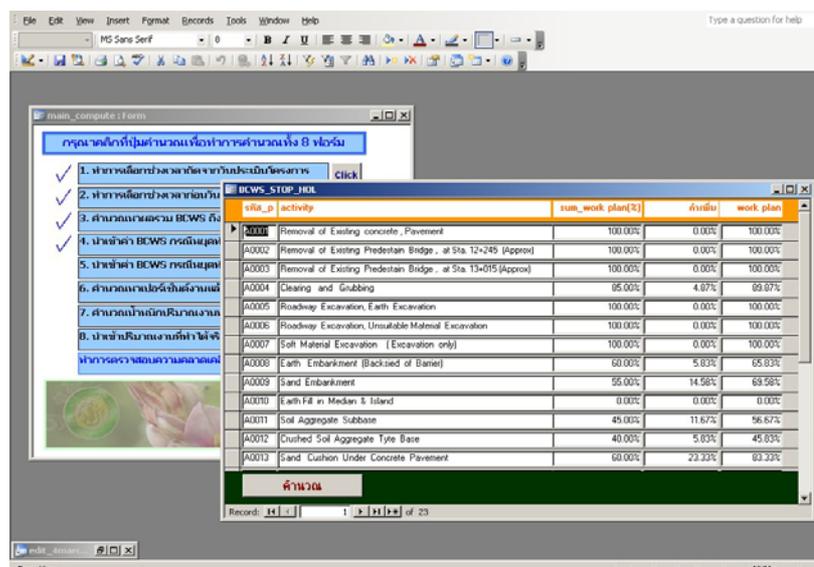
ภาพผนวกที่ ค 26 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 2

ที่ 3
 3.4 ทำการคลิกที่ **3. ส่วนรวมรวม BCWS ถึงวันก่อนประเมิน** **Click** สำหรับเปิดฟอร์มคำนวณ



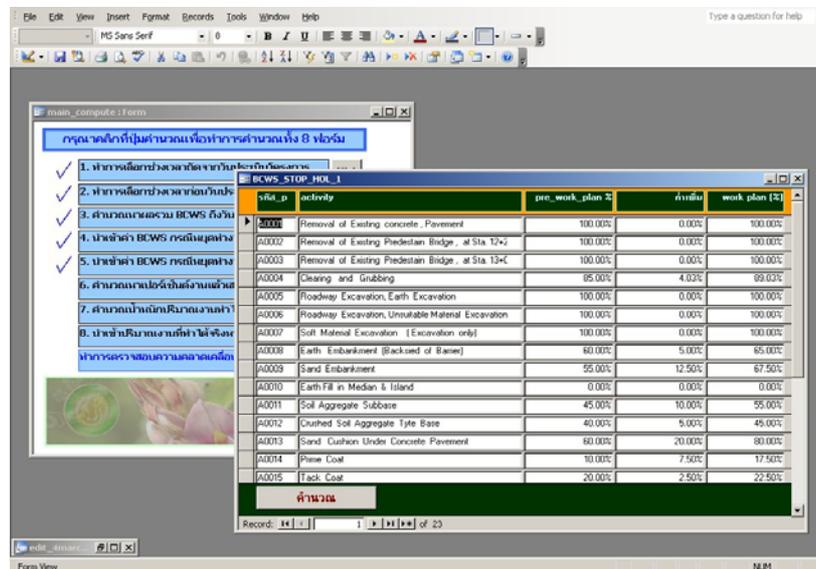
ภาพผนวกที่ ค 27 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 3

3.5 ทำการคลิกที่ **4. นำเข้าค่า BCWS กรณีหยุดทำงานวันเสาร์-อาทิตย์** **Click** สำหรับเปิดฟอร์มคำนวณที่ 4



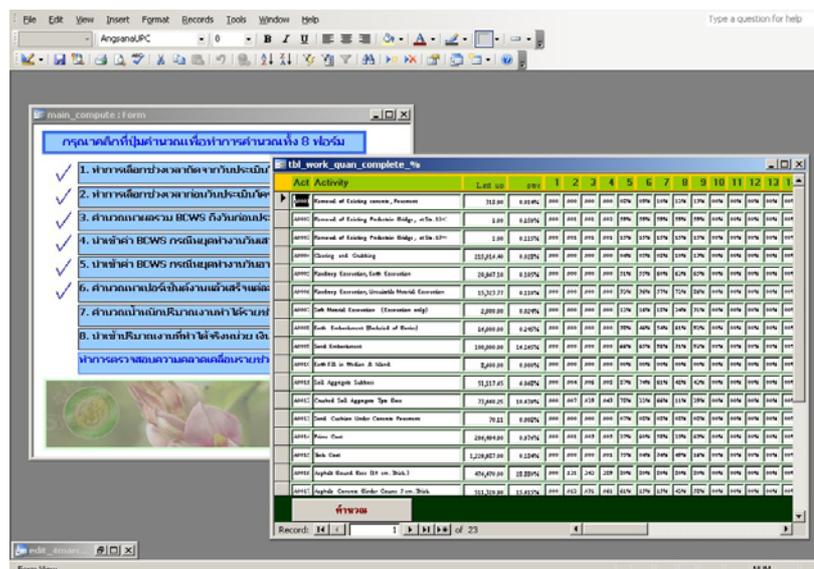
ภาพผนวกที่ ค 28 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 4

3.6 ทำการคลิกที่ **5. นำเข้าค่า BCWS กรณีหยุดทำงานวันอาทิตย์** **Click** สำหรับเปิดฟอร์มคำนวณที่ 5



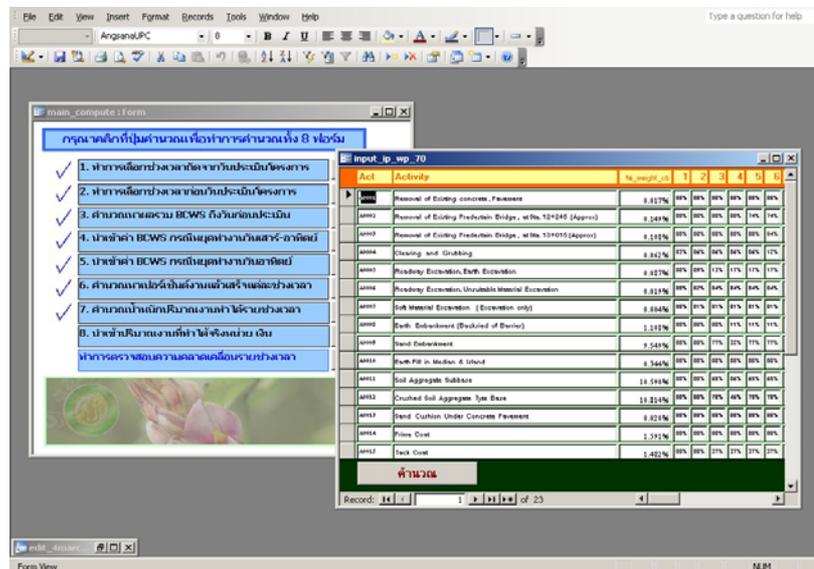
ภาพผนวกที่ ค 29 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 5

3.7 ทำการคลิกที่ **6. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จแต่ละช่วงเวลา** **Click** สำหรับเปิดฟอร์มคำนวณที่ 6



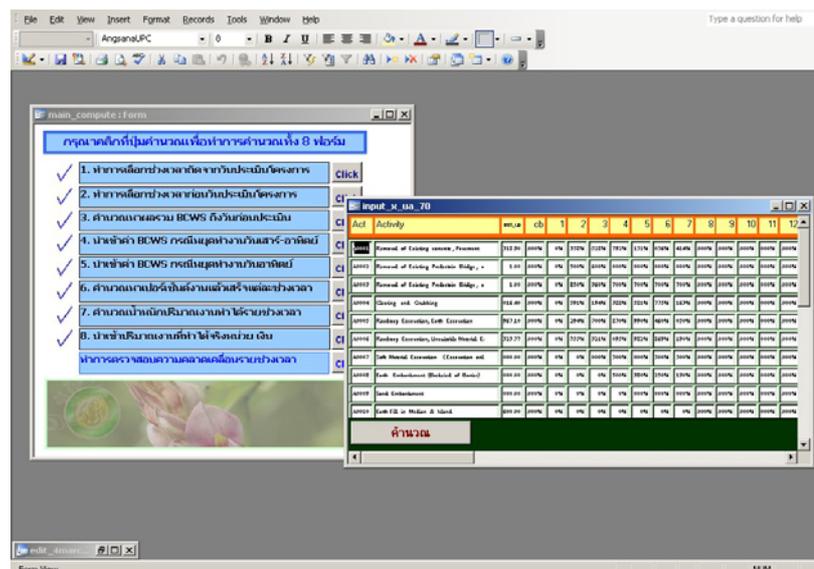
ภาพผนวกที่ ค 30 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 6

3.8 ทำการคลิกที่ **7. ส่วนนอกบ้านที่ปริมาณงานทำได้รายช่วงเวลา** **Click** สำหรับเปิดฟอร์ม **คำนวณที่ 7**



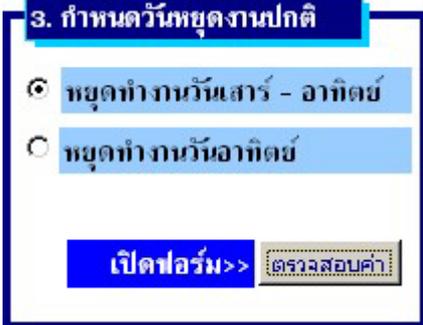
ภาพผนวกที่ ค 31 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 7

3.9 ทำการคลิกที่ **8. นำเข้าปริมาณงานที่ทำได้จริงหน่วย เงิน** **Click** สำหรับเปิดฟอร์ม **คำนวณที่ 8**

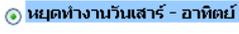


ภาพผนวกที่ ค 32 แสดงหน้าต่างการคำนวณฟอร์มที่ 8

3.10 ทำการเลือกที่  สำหรับเลือกวันหยุดทำงานของโครงการ



ภาพผนวกที่ ค 33 แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกวันหยุดทำงาน

3.11 ทำการคลิกที่  หยุดทำงานวันเสาร์ - อาทิตย์ สำหรับเปิดฟอร์มสำหรับประเมินสถานการณ์โครงการ สำหรับ หยุดทำงานวันเสาร์-อาทิตย์



ภาพผนวกที่ ค 34 หน้าต่างแสดงผลสำหรับประเมินผลแบบหยุดทำงานวันเสาร์ – อาทิตย์

3.12 ทำการคลิกที่ **หยุดทำงานวันอาทิตย์** สำหรับเปิดฟอร์มสำหรับประเมินสถานการณ์โครงการ สำหรับ หยุดทำงานวันอาทิตย์

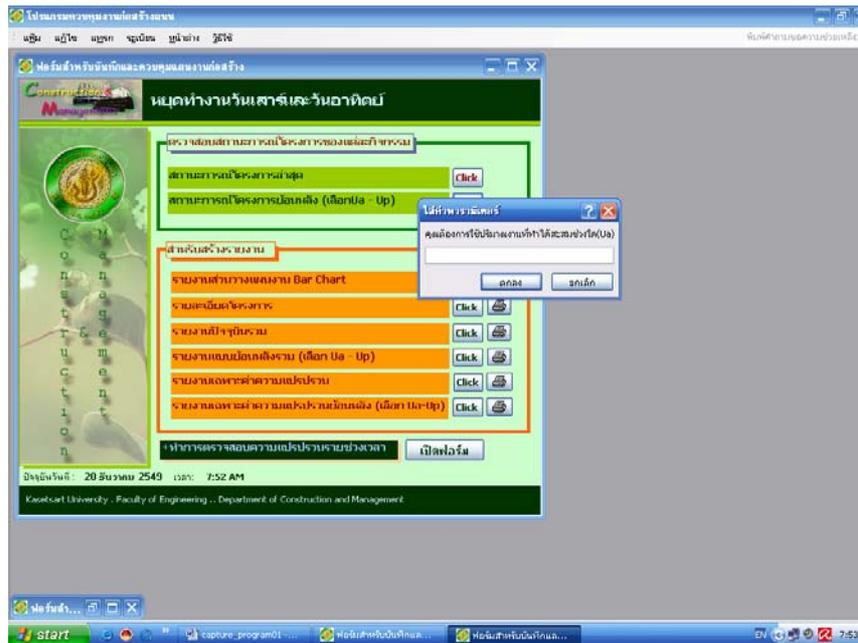
ภาพผนวกที่ ค 35 หน้าต่างแสดงผลสำหรับประเมินผลแบบหยุดทำงานวันอาทิตย์

3.13 แสดงหน้าต่างสำหรับตรวจสอบสถานการณ์โครงการบนหน้าจอภาพ

รหัส_p	รหัสกิจกรรม	กิจกรรม	จำนวนเงินงบประมาณ(Cb)	จำนวนเงินค่ากรรม(Cp)	ปริมาณงานตามแผน(Ub)
A0001	1.2	Removal of Existing concrete , Pavement	65,200.00	51,960.70	400.00
A0002	1.4(1)	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Anusorn)	571,970.00	571,970.00	1.00
A0003	1.4(2)	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+015 (Anusorn)	414,517.00	414,517.00	1.00
A0004	2.1	Cleaning and Grubbing	240,000.00	215,016.44	240,000.00
A0005	2.2(1)	Roadway Excavation, Earth Excavation	333,500.00	608,045.89	11,500.00
A0006	2.2(4)	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	72,600.00	505,684.39	2,200.00
A0007	2.2(5)	Soft Material Excavation (Excavation only)	16,500.00	66,000.00	500.00
A0008	2.3(1)	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	4,263,000.00	2,352,000.00	29,000.00
A0009	2.3(2)	Sand Embankment	36,735,000.00	39,500,000.00	93,000.00
A0010	2.3(4)	Earth Fill in Median & Island	1,324,400.00	1,324,400.00	8,600.00
A0011	3.1(1)	Soil Aggregate Subbase	40,740,000.00	24,792,059.49	84,000.00
A0012	3.2(1)	Crushed Soil Aggregate Tyle Base	41,600,000.00	36,303,330.00	80,000.00
A0013	3.4(1)	Sand Cushion Under Concrete Pavement	78,200.00	27,413.01	200.00
A0014	4.1(1)	Prime Coat	6,120,000.00	3,657,938.50	510,000.00
A0015	4.1(2)	Tack Coat	5,700,000.00	7,379,922.00	950,000.00
A0016	4.4(2)	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	109,000,000.00	103,870,453.19	500,000.00
			384,694,117.00	359,658,090.41	

ภาพผนวกที่ ค 36 ฟอร์มแสดงผลสำหรับตรวจสอบค่าการคำนวณ

3.14 ถ้าเลือกสอบถามแบบย้อนหลังจะปรากฏหน้าต่างสำหรับถามว่าจะใช้ค่าปริมาณงานที่ทำได้จริง (U_a) และปริมาณงานคาดการณ์ (U_p) ที่รายช่วงเวลาใดบ้างให้ทำการบันทึกแบบตัวเลขช่วงเวลาที่กำหนดในแผนงานเป็นเลข 123 ...ลงในหน้าต่าง และรอประมวลผล



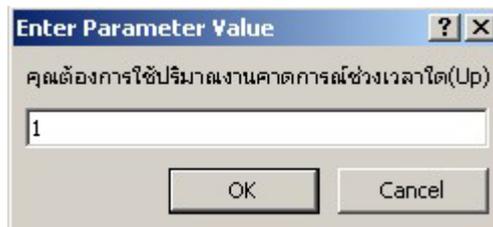
ภาพผนวกที่ ค 37 ฟอรัมสำหรับการเลือกทำการประเมินผลแบบย้อนหลัง

3.15 หน้าต่างขณะถามช่วงเวลาเมื่อทำการประมวลผลแบบย้อนหลัง ถามปริมาณงานที่ทำได้จริง (U_a)



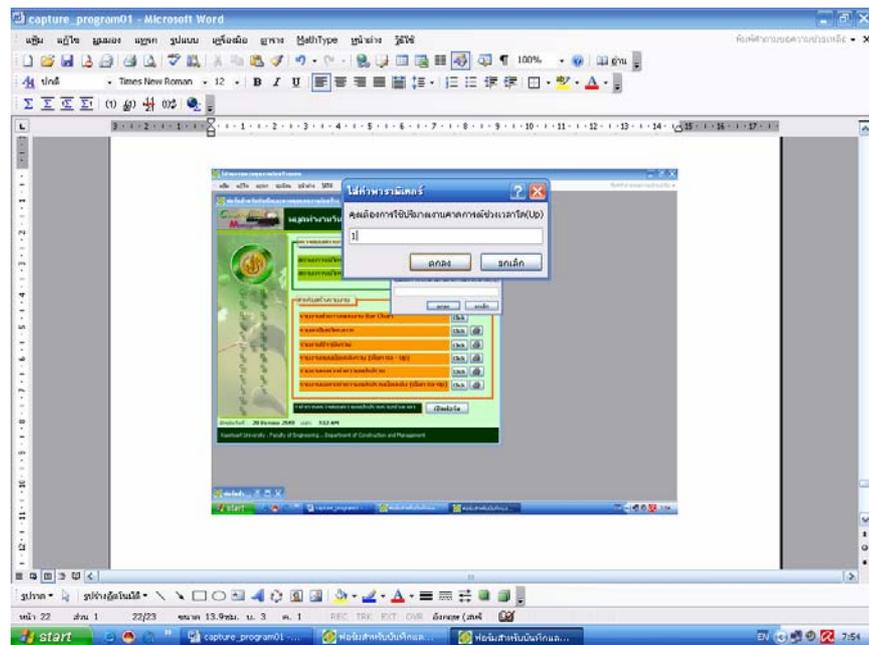
ภาพผนวกที่ ค 38 แสดงกล่องสอบถามเลือกช่วงเวลาปริมาณงานทำได้จริง

3.16 หน้าต่างขณะถามช่วงเวลาเมื่อทำการประมวลผลแบบย้อนหลัง ตามปริมาณงาน
คาดการณ์ (Up)



ภาพผนวกที่ ค 39 แสดงกล่องสอบถามเลือกช่วงเวลาปริมาณงานคาดการณ์

3.17 ให้ทำการกรอกหน้าต่างที่ถามเป็นตัวเลขช่วงเวลา เช่น 1 2 3 ...



ภาพผนวกที่ ค 40 แสดงกล่องสอบถามเลือกช่วงเวลาปริมาณงานคาดการณ์

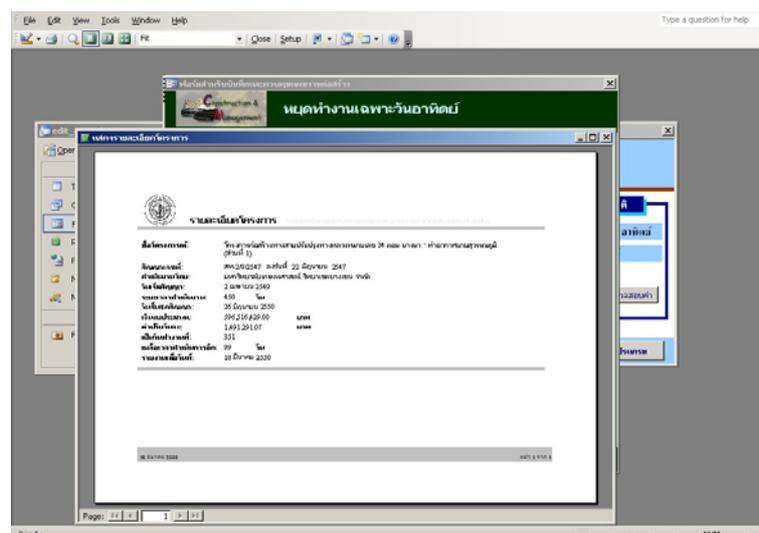
3.18 เมื่อทำการใส่ค่าปริมาณงานทำได้จริง และปริมาณงานคาดการณ์แล้ว จะแสดงหน้าตาสำหรับตรวจสอบสถานการณ์ โครงการบนหน้าจอภาพ

รหัส_p	รหัสกิจกรรม	กิจกรรม	จำนวนเงินงบประมาณ	จำนวนเงินคาดการณ์	ปริมาณงานตามแผน	La
000	1.2	Removal of Existing concrete , Pavement	85,200.00	51,980.70	400.00	
0002	1.4(1)	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	571,970.00	571,970.00	1.00	
0003	1.4(2)	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	414,517.00	414,517.00	1.00	
0004	2.1	Cleaning and Grubbing	240,000.00	215,016.44	240,000.00	2
0005	2.2(1)	Roadway Excavation, Earth Excavation	333,500.00	608,045.89	11,500.00	2
0006	2.2(4)	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	72,600.00	505,684.38	2,200.00	
0007	2.2(5)	Soft Material Excavation (Excavation only)	16,500.00	99,000.00	500.00	
0008	2.3(1)	Earth Embankment (Backsided of Barrier)	4,263,000.00	1,470,000.00	29,000.00	
0009	2.3(2)	Sand Embankment	36,735,000.00	59,250,000.00	93,000.00	15
0010	2.3(4)	Earth Fill in Median & Island	1,324,400.00	1,324,400.00	8,600.00	
0011	3.1(1)	Soil Aggregate Subbase	40,740,000.00	24,792,059.49	84,000.00	
0012	3.2(1)	Crushed Soil Aggregate Tyle Base	41,600,000.00	38,303,330.00	80,000.00	
0013	3.4(1)	Sand Cushion Under Concrete Pavement	78,200.00	27,413.01	200.00	
0014	4.1(1)	Prime Coat	6,120,000.00	3,557,938.50	510,000.00	2
0015	4.1(2)	Tack Coat	5,700,000.00	7,379,922.00	950,000.00	1.2
0016	4.4(2)	Asphalt Bound Base (10 cm Thick)	109,000,000.00	103,870,453.19	500,000.00	4
0017	4.4(3)	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	60,840,000.00	59,824,542.38	520,000.00	5
0018	4.4(4)	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	67,280,000.00	63,331,084.50	580,000.00	5
			384,694,117.00	384,694,117.00		

ภาพผนวกที่ ค 41 ฟอรัมสำหรับใช้ตรวจสอบค่าการคำนวณแบบย้อนหลัง

4. ส่วนการสร้างรายงาน

4.1 ทำการคลิกที่ **รายละเอียดโครงการ**   สำหรับทำรายงาน
รายละเอียดโครงการเริ่มต้น ถ้าคลิกที่รูป  จะทำการพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ ได้เลยโดยไม่ต้อง
ทำการ preview



ภาพผนวกที่ ค 42 แสดงรายงานทั่วไปของโครงการ

รหัส p	Activity	V's cost	V's quantity	V's rate	V's total
A0001	Removal of Existing concrete Placement	-4,127.20	12.421.54	-332.422.24	-336,549.44
A0002	Removal of Existing Prefabricated Bridge #4	0.00	0.00	63,793.93	63,793.93
A0003	Removal of Existing Prefabricated Bridge #4	0.00	0.00	-177,338.84	-177,338.84
A0004	Clearing and Grubbing	7,127.44	11,479.37	27,239.72	35,367.16
A0005	Retainwall Excavation Earth Excavation	-46,752.24	-179,223.87	38,232.24	-108,720.80
A0006	Retainwall Excavation Unavailable Material E	0.00	-239,147.72	327,247.83	17,099.92
A0007	Sub Material Excavation (Excavation soil)	0.00	294,303.20	19,330.00	4,103.00
A0008	Earth Embankment (Backfill of Barrier)	-1,916,139.41	778,423.10	439,920.79	-222,819.34
A0009	Sand Embankment	24,464,337.82	-4,289,428.56	98,248,749.94	27,722,741.70
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00	0.00	0.00
A0011	Soil Aggregate Subbase	0.00	14,039,328.85	-4,320,817.83	9,698,511.02
A0012	Crushed Soil Aggregate Ryo Base	0.00	3,203,424.95	13,032,285.24	17,188,711.94
A0013	Sand Cushion Under Concrete Placement	0.00	30,789.95	6,438.33	47,296.83
A0014	Prime Coat	0.00	2,427,847.84	1,634,032.50	-4,781,880.34
A0015	Tack Coat	0.00	-199,238.33	-3,320,177.42	-2,941,800.94
A0016	Asphalt Board Base (10 cm Thick)	0.00	5,128,545.53	46,477,538.50	51,606,084.03
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm Th	0.00	303,251.94	37,607,438.82	38,190,690.76
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm T	0.00	2,893,212.83	33,037,772.51	35,930,985.34
A0019	Asphalt Board Base (Leaving)	0.00	-4,281,873.98	8,147,336.43	3,865,462.45
A0020	Pretardement Concrete Placement 25 c	0.00	439,473.31	-239,139.51	200,333.80
A0021	Longitudinal Joint	0.00	-5,543.02	9,367.89	4,181.77
A0022	Dummy Joint	0.00	0.00	3,325.83	-3,325.83
A0023	Edge Joint	0.00	0.00	-6,180.81	-6,180.81
รวมค่าขาดค่าเผื่อ:					198,203,21.04

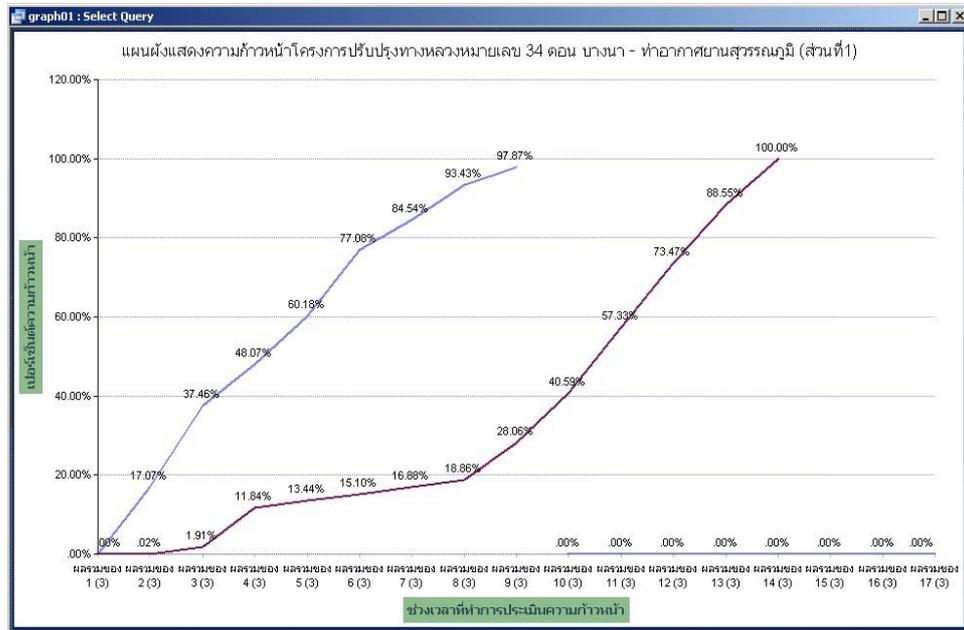
ภาพผนวกที่ ค 44 รายงานแสดงผลค่าความคลาดเคลื่อนแบบแยกสาเหตุ

4.4 หน้าต่างแสดงส่วนความคลาดเคลื่อนรายช่วงเวลาของโครงการให้ทำการเลือกดูโดยทำการคลิกที่ปุ่ม **Click** จะปรากฏรูปแบบตารางให้ทำการตรวจสอบรายช่วงเวลา



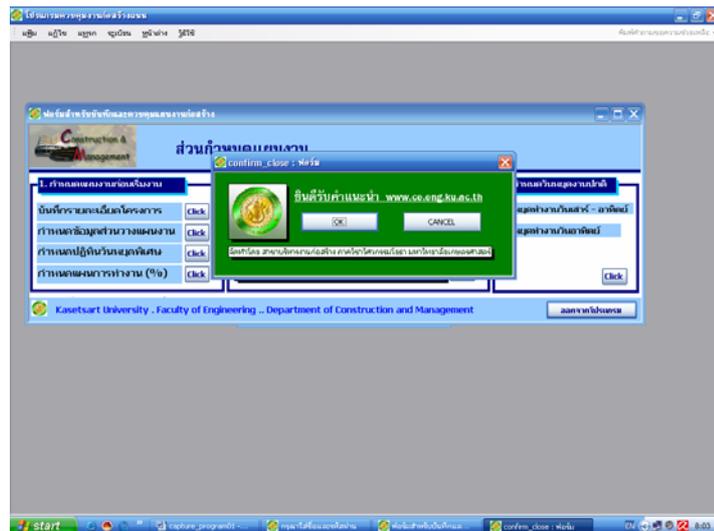
ภาพผนวกที่ ค 45 หน้าเมนูสำหรับดูกราฟความก้าวหน้าโครงการ

4.5 ทำการคลิกที่ **ตรวจสอบความก้าวหน้าเปรียบเทียบกับแผนงาน** **Click** สำหรับเปรียบเทียบความก้าวหน้าโครงการ



ภาพผนวกที่ ค 46 รายงานผลความก้าวหน้าโครงการแบบกราฟ

4.6 หน้าต่างสำหรับยืนยันการออกจากโปรแกรม ถ้าทำการคลิกที่ปุ่ม OK โปรแกรมจะออกจากการทำงานทันที



ภาพผนวกที่ ค 47 หน้าต่างยืนยันการเลิกใช้งานโปรแกรม

ส่วนนำเข้าข้อมูลสำหรับการทดสอบใช้งานโปรแกรม

ตารางผนวกที่ ค 2 แสดงปริมาณงานคาดการณ์ (Up)

Act	Activity	I
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	318.90
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	1.00
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	1.00
A0004	Clearing and Grubbing	215,016.44
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	20,967.10
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	15,323.77
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	2,000.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	16,000.00
A0009	Sand Embankment	100,000.00
A0010	Earth Fill in Median & Island	8,600.00
A0011	Soil Aggregate Subbase	51,117.65
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	73,660.25
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	70.11
A0014	Prime Coat	296,494.88
A0015	Tack Coat	1,229,987.00
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	476,469.97
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	511,320.88
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	545,957.63
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	14,389.97
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	701.06
A0021	Longitudinal Joint	354.95
A0022	Dummy Joint	0.00
A0023	Edge Joint	0.00

ตารางผนวกที่ ค.3 แสดงส่วนแผนการทำงานที่กำหนดไว้

Act	Activity	Sum_wp	work_plan_col_date														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	100%								50%	50%						
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	100%						50%	50%								
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	100%							50%	50%							
A0004	Clearing and Grubbing	100%	5%	10%	10%	10%	10%	20%	20%							10%	5%
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	100%		10%	15%	20%	20%	20%	15%								
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	100%		10%	20%	20%	20%	20%	10%								
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	100%		20%	20%	20%	20%	20%									
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	100%				10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%			
A0009	Sand Embankment	100%			5%	15%	5%	5%	2.5%	2.5%	20%	25%	20%				
A0010	Earth Fill in Median & Island	100%											25%	25%	25%	25%	
A0011	Soil Aggregate Subbase	100%			2.5%	18%	2.5%	2.5%	2.5%	2%	15%	20%	20%	15%			
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	100%			2.5%	18%	2.5%	2.5%	2.5%	2%	10%	10%	15%	15%	20%		
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	100%								30%	30%	40%					
A0014	Prime Coat	100%								2.5%	2.5%	5%	15%	20%	20%	20%	15%
A0015	Tack Coat	100%			2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	5%	5%	15%	20%	20%	20%
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	100%			2.5%	15%	1%	1%	1%	0.5%	10%	10%	15%	15%	15%	14%	
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	100%								2.5%	2.5%	5%	15%	20%	20%	20%	15%
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	100%									2.5%	2.5%	5%	15%	25%	25%	25%
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	100%			5%	10%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	10%	15%	15%	15%	15%	5%	
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	100%									30%	30%	40%				
A0021	Longitudinal Joint	100%									30%	30%	40%				
A0022	Dummy Joint	100%									30%	30%	40%				
A0023	Edge Joint	100%									30%	30%	40%				

ตารางผนวกที่ ค 4 แสดงส่วนการบันทึกปริมาณงานที่ทำได้จริงแบบสะสม (Ua)

Act	Activity	1/7/2547	31/7/2547	31/8/2547	30/9/2547	31/10/2547	30/11/2547	31/12/2547	31/1/2548	28/2/2548
A0001	Removal of Existing concrete , Pav.	0	30	100	150	180	200	230	280	300
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	0	0.5	0.8	1	1	1	1	1	1
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	0	0.5	0.8	1	1	1	1	1	1
A0004	Clearing and Grubbing	0	1,600	10,000	20,000	30,000	40,000	60,000	80,000	100,000
A0005	Roadway Excavation, Earth Excav.)	0	500	8,000	10,000	10,200	11,000	12,000	12,500	13,000
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	0	200	3,000	4,000	4,500	5,000	8,000	10,000	12,000
A0007	Soft Material Excavation (Excav.)	0	0	800	900	1,000	1,300	1,500	2,000	2,600
A0008	Earth Embankment (Backsied Barr)	0	0	0	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	6,000
A0009	Sand Embankment	0	0	0	0	40,000	100,000	120,000	140,000	147,183.60
A0010	Earth Fill in Median & Island	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0011	Soil Aggregate Subbase	0	3,000	5,000	7,000	10,000	20,000	30,000	40,000	45,000
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	0	5,000	20,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	73,587.78
A0013	Sand Cushion Under Con. Pavement	0	20	40	50	60	70.11	70.11	70.11	70.11
A0014	Prime Coat	0	20,000	100,000	150,000	160,000	170,000	200,000	250,000	292,512.35
A0015	Tack Coat	0	200,000	300,000	400,000	500,000	700,000	900,000	1,000,000	110,000
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	0	200,000	400,000	476,469.98	476,469.98	476,469.98	476,469.98	476,469.98	476,469.98
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5cm	0	40,000	100,000	200,000	300,000	400,000	400,000	450,000	480,000
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	0	50,000	150,000	180,000	200,000	250,000	300,000	350,000	400,000
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	0	5,000	10,000	11,000	12,000	13,000	14,000	14,389.97	14,389.97
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	0	70	200	250	300	350	400	450	500
A0021	Longitudinal Joint	0	25	100	120	130	150	200	250	250
A0022	Dummy Joint	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0023	Edge Joint	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ค 5 แสดงผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม

Code_p	Activity	Vs_start	Vs_quantity	Vs_rate	Vs_total
A0001	Removal of Existing concrete , Pavement	-2,137.70	12,435.84	-14,162.30	-3,864.16
A0002	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 12+245 (Approx)	0.00	0.00	-9,376.56	-9,376.56
A0003	Removal of Existing Predestain Bridge , at Sta. 13+015 (Approx)	0.00	0.00	-6,685.76	-6,685.76
A0004	Clearing and Grubbing	-7,877.46	11,619.37	-27,089.72	-23,347.80
A0005	Roadway Excavation, Earth Excavation	0.00	-170,223.67	41,451.09	-128,772.58
A0006	Roadway Excavation, Unsuitable Material Excavation	0.00	-339,147.15	321,247.83	-17,899.32
A0007	Soft Material Excavation (Excavation only)	0.00	-64,350.00	69,300.00	4,950.00
A0008	Earth Embankment (Backsied of Barrier)	422,079.21	716,625.00	-1,861,514.85	-722,810.64
A0009	Sand Embankment	-4,051,654.41	-4,069,626.54	35,853,422.74	27,732,141.78
A0010	Earth Fill in Median & Island	0.00	0.00	0.00	0.00
A0011	Soil Aggregate Subbase	0.00	14,039,325.85	-4,393,811.88	9,645,513.96
A0012	Crushed Soil Aggregate Tyte Base	0.00	3,293,426.60	13,905,285.24	17,198,711.84
A0013	Sand Cushion Under Concrete Pavement	0.00	50,786.99	-9,490.36	41,296.63
A0014	Prime Coat	0.00	2,527,647.84	1,664,032.50	4,191,680.34
A0015	Tack Coat	0.00	-150,238.51	-2,393,571.43	-2,543,809.94
A0016	Asphalt Bound Base (10 cm. Thick)	0.00	5,129,546.93	45,477,598.50	50,607,145.43
A0017	Asphalt Concrete Binder Course 5 cm. Thick	0.00	953,255.94	37,807,438.02	38,760,693.95
A0018	Asphalt Concrete Wearing Course 5 cm. Thick	0.00	2,893,202.93	33,007,772.51	35,900,975.44
A0019	Asphalt Bound Base (Levelling)	0.00	-4,283,613.56	8,147,399.43	3,863,785.87
A0020	Portrand Cement Concrete Pavement 25 cm. Thick	0.00	435,413.38	-208,595.51	226,817.87
A0021	Longitudinal Joint	0.00	-5,543.92	9,901.69	4,357.77
A0022	Dummy Joint	0.00	0.00	-3,529.89	-3,529.89
A0023	Edge Joint	0.00	0.00	-5,191.01	-5,191.01
ผลรวมค่าความคลาดเคลื่อนของโครงการ :					184,712,783.22

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายวรพันธ์ แก้วพิทยาภรณ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 1 มกราคม 2515
สถานที่เกิด	สมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) คอ.บ. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) วศ.บ.
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ (มทร.กรุงเทพ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสำรวจ
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-