รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะอนุกรรมการกำหนดหลักเกณฑ์มาตรฐานกิจกรรมก่อสร้างงานทาง. คู่มือการประเมินราคางานก่อสร้างทาง. กรุงเทพมหานคร : คณะกรรมการพิจารณาปรับปรุงระบบการก่อสร้างสถานที่ราชการและถาวรวัตถุของประเทศ, 2533.

พนม ภัยหน่าย. เครื่องจักรในงานก่อสร้าง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2529.

โยธาธิการ, กรม. มาตรฐานงานก่อสร้างงานทาง มยธ. 201 – มยธ. 233. กรุงเทพมหานคร : กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย, 2539.

วัชรินทร์ วิทยกุล. วัสดุการทาง. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซนเตอร์, 2537.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. รายงานฉบับสมบูรณ์ การประเมินผล มาตรการปรับลดราคากลางสิ่งก่อสร้างของหน่วยงานภาครัฐลงร้อยละ 10. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สำนักก่อสร้างทาง. หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางกิจกรรมอำนวยความปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2544.

สำนักก่อสร้างทาง. หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างทางและสะพาน. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2544.

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง. มาตรฐานงานทาง. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2540.

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง. Benkelman Beam 2541. บทความทางวิชาการการสมนาเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และวิจัยกรมทางหลวง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2541 : 133-149.

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง. สภาพความเสียหายของทางหลวง. บทความทางวิชาการการสมนาเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และวิจัยกรมทางหลวง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2542 : 151-173.

อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. แบบสอบถาม: การสร้างและการใช้. : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ภาษาอังกฤษ

Bubshait, A.A. Quality of Pavement Construction in Saudi Arabia. ASCE Practice Periodical on Structural Design and Construction Vol.6, No.3, August 2001:129-136.

Chamberlin, W.P. Performance-Related Specifications for Highway Construction and Rehabilitation. NCHRP Synthesis of Highway Practice 212

Deason, P. J. Toward Improved Highway Quality: Lessons from Western Europe. ASCE Journal of Management in Engineering Vol.14, No.1, January/February 1998: 81-86.

Erickson, J. Meeting the Quality Management Issue on Highway Construction. ASCE Journal of Professional Issue in Engineering Vol.115, No2, April 1989: 162-167.

Gendell, G.S. Highway Specifications: Link to Quality. ASCE Journal of Professional Issue in Engineering Vol.114, No.1, January 1998: 17-26.

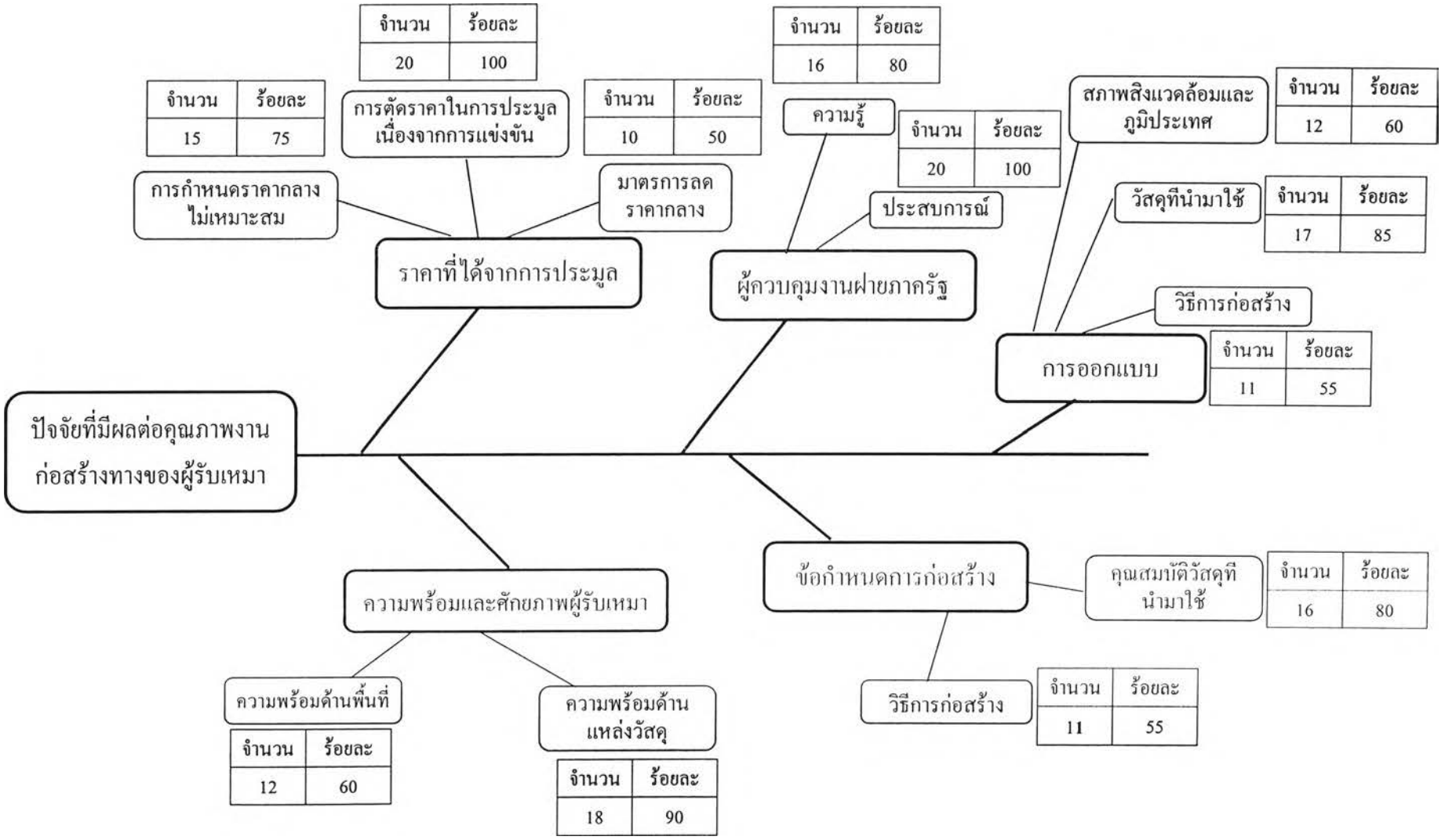
Neter, John. Applied Statistics. 4th Edition. United States of America: Allyn and Bacon, 1993

Ohm, L.G. Performance-Related Specifications for Highway Construction. ASCE Journal of Construction Engineering and Management Vol.124, No.1, January/February 1998: 25-30.

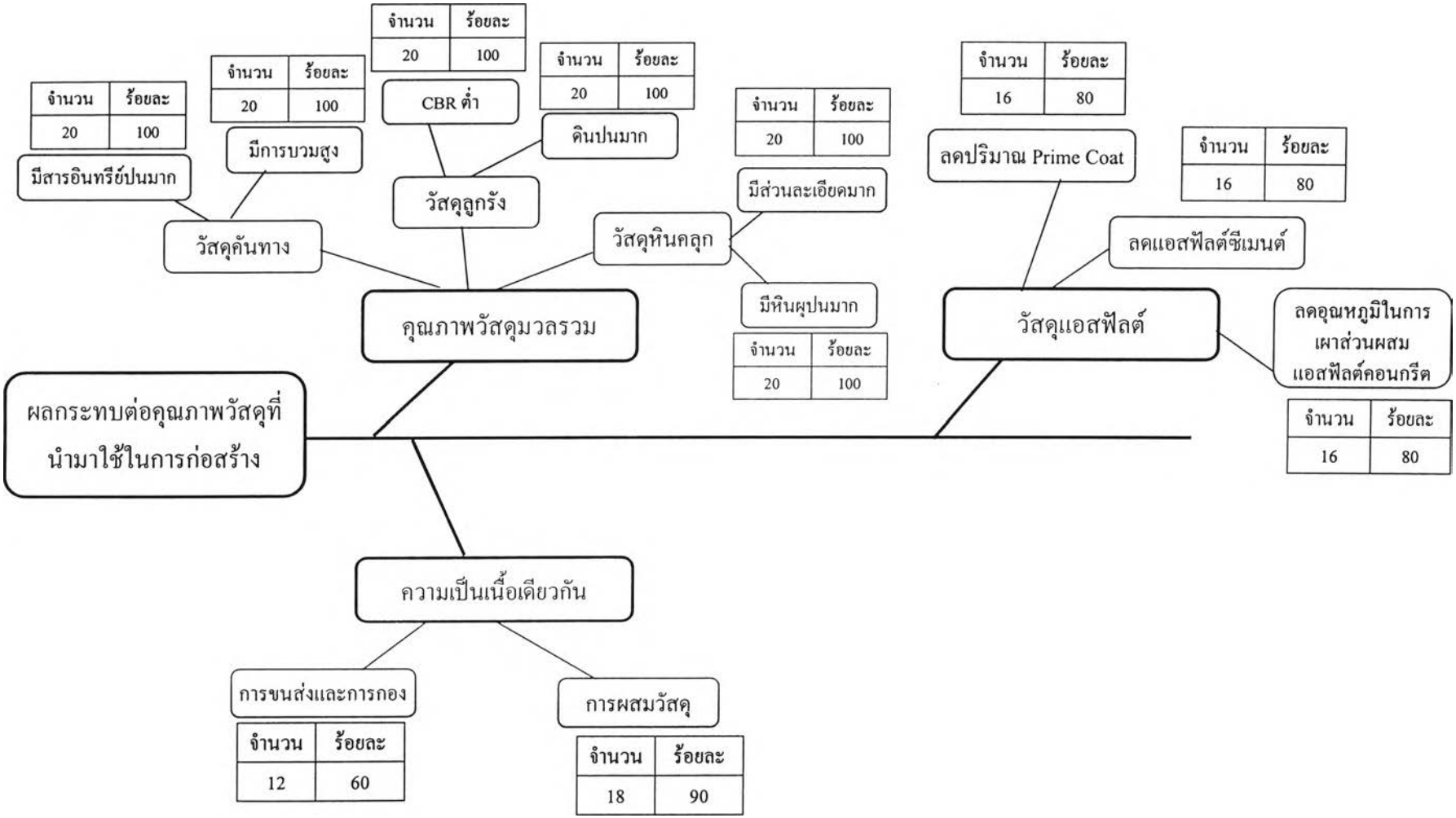
Tuggle, D.R. Quality Management and National Quality Initiative. FHWA Demonstration Project No.89

ภาคผนวก

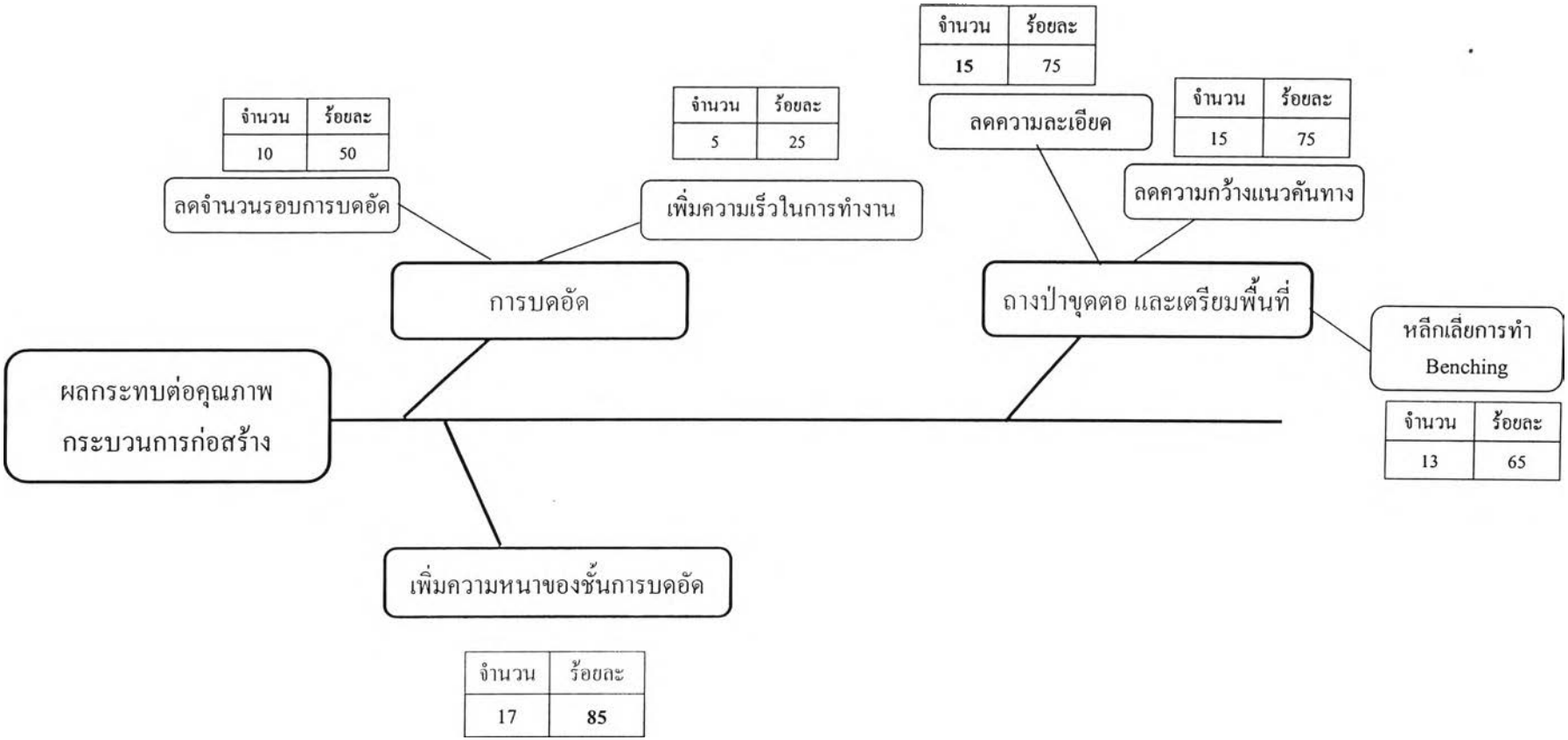
ภาคผนวก ก.
ผลสรุปจากการสัมภาษณ์ขั้นต้น



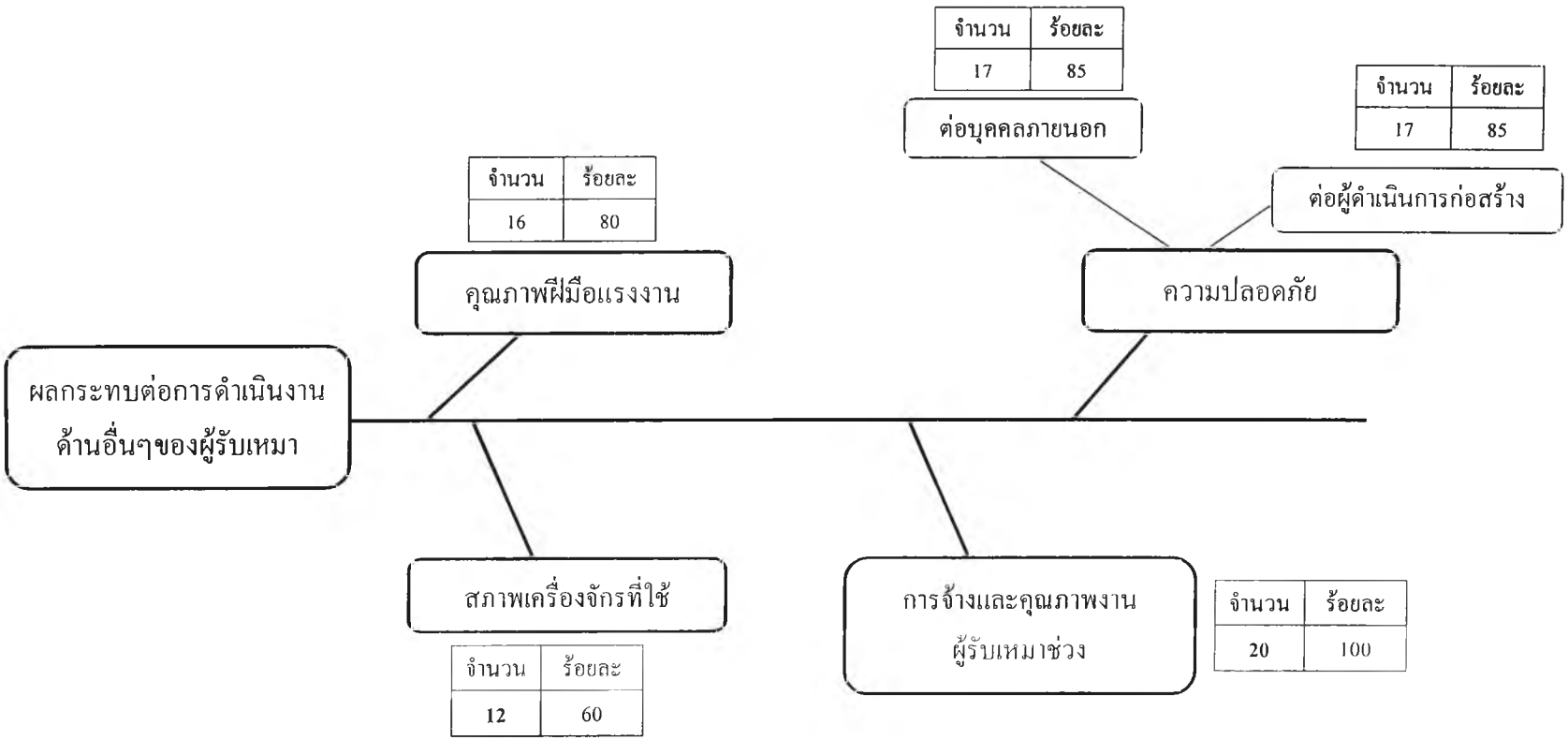
รูปที่ ก.1 แผนภาพสรุปผลสัมภาษณ์ขั้นต้นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพงานก่อสร้างทางของผู้รับเหมา



รูปที่ ก.2 แผนภาพสรุปผลสัมภาษณ์ขั้นต้นเกี่ยวกับผลกระทบต่อคุณภาพวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง



รูปที่ ก.3 แผนภาพสรุปผลสัมภาษณ์ขั้นต้นเกี่ยวกับผลกระทบต่อคุณภาพกระบวนการก่อสร้างของผู้รับเหมา



รูปที่ ก.4 แผนภาพสรุปผลสัมภาษณ์ขั้นต้นเกี่ยวกับผลกระทบต่อการดำเนินงานด้านอื่นๆของผู้รับเหมา

ภาคผนวก ข.
ตัวอย่างแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถาม

เรื่อง

ผลกระทบของการตัดราคาในการประมูลต่อคุณภาพงานก่อสร้างทาง

แบบสอบถามที่ _____

คำชี้แจง:

เนื่องจากในช่วงหลังเกิดวิกฤติเศรษฐกิจ โดยเฉพาะช่วง 2 – 3 ปีที่ผ่านมาพบว่าในการประมูลงานก่อสร้างของภาครัฐมีการแข่งขันสูงเนื่องจากปริมาณงานลดลงจนจำนวนผู้ประกอบการมากกว่าจำนวนงานที่ เกิดขึ้น จึงพบว่ามีการตัดราคาอย่างมากในกลุ่มผู้รับเหมา ซึ่งเป็นผลเสียต่อผู้รับเหมาเอง โดยพบว่ามีผู้รับเหมาจำนวนมากที่ต้องเลิกกิจการ หรือลดขนาดองค์กรลง รวมทั้งมีแนวโน้มที่จะลด คุณภาพงานก่อสร้างเพื่อลดต้นทุน ในกรณีที่ตัดราคาอย่างมาก

วัตถุประสงค์ของแบบสอบถามนี้คือ ประเมินผลกระทบของการตัดราคาของผู้รับเหมาที่อาจมีต่อคุณภาพใน*โครงการก่อสร้างทางของภาครัฐ*ที่มีต่อคุณภาพงานก่อสร้าง เพื่อ*เสนอแนวทางที่ให้ผู้รับเหมาได้รับต้นทุนค่าก่อสร้างที่เพียงพอและเหมาะสมในการดำเนินงาน* โดยกำหนดขั้นตอนป้องกันมิให้ตัดราคามากจนเกินไป

ขอความกรุณาให้ข้อมูลอย่าง*ครบถ้วนและตรงความเป็นจริง จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยอันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้รับเหมา และ ภาครัฐในภาพรวมต่อไป*

หมายเหตุ: แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามที่สุ่มตัวอย่างจากผู้รับเหมาที่รับงานก่อสร้างทางของภาครัฐที่ประมูลในช่วงปี 2540 ถึง 2544 แหล่งข้อมูลไม่มีผลต่อการวิเคราะห์*และจะไม่มีการเปิดเผยแหล่งข้อมูล*

ผู้ตอบแบบสอบถาม : ผู้บริหาร หรือ วิศวกรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมโครงการก่อสร้างทาง

▶▶ กรุณาระบุข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม ◀◀

1. ตำแหน่งของท่านในบริษัท/ห้างฯ

   _____

2. บริษัท/ห้างฯของท่านเป็นผู้รับเหมางานทางชั้นใด(ระบุกรมประกอบ_____)

   ☐ พิเศษ ☐ ชั้น 1 ☐ ชั้น 2 ☐ ชั้น 3 ☐ ชั้น 4

3. ประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับการก่อสร้างงานทางของท่าน

   _____ ปี

4. งานขนาดใหญ่ที่สุดที่ท่านเคยควบคุมดูแล(โดยประมาณ)

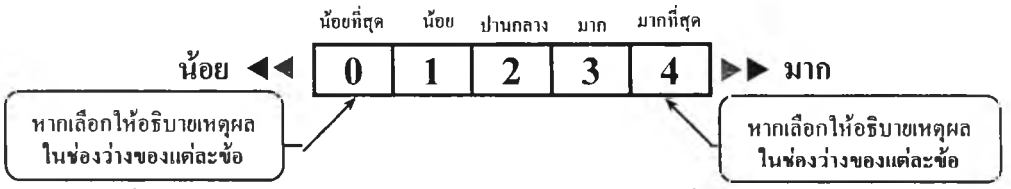
   _____ ล้านบาท

ตอนที่ 1

ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพงานก่อสร้างที่ลดลงจากการตัดราคาในการประมูล

คำชี้แจง :

1. ในการตอบคำถามทุกข้อ ให้สมมติเหตุการณ์ว่าเป็นการดำเนินโครงการภายใต้สภาวการณ์ที่ประมูลงานมาในราคาที่ต่ำมาก(ต่ำกว่าราคากลาง ประมาณร้อยละ 40)
2. ให้ท่านพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ แล้วใส่เครื่องหมายกากบาท(X) ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน (หมายเลข 0 – 4)เพียงข้อละ 1 ระดับเท่านั้น โดยหมายเลข 0 ถึง 4 มีความหมายดังรูป



3. ในกรณีที่คำถามไม่ชัดเจนหรือท่านไม่ต้องการออกความเห็นเกี่ยวกับคำถามให้เลือก ช่องด้านข้าง

ตัวอย่าง

ก. ท่านเชื่อว่า สภาพเศรษฐกิจประเทศไทยในปัจจุบันดีที่สุดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

0	1	2	3	4	ไม่ออกความเห็น	คำถามไม่ชัดเจน
			X			

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก _____

_____

ข. ท่านมีความเห็นอย่างไรที่ว่า โครงการ 30 บาทรักษาทุกโรค ไม่ประสบความสำเร็จ

0	1	2	3	4	ไม่ออกความเห็น	คำถามไม่ชัดเจน
				X		

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก_____

ไม่เป็นการก่อให้เกิดรายได้ควรนำงบประมาณมาใช้ด้านอื่นเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจดีกว่า

▶▶ รูปตัดแสดงชั้นโครงสร้างของงานถนนแอสฟัลต์คอนกรีต : เพื่อประกอบการตอบคำถาม

0 = น้อยที่สุด 1 = น้อย 2 = ปานกลาง 3 = มาก 4 = มากที่สุด

1. ท่านเชื่อว่า ผลดีต่อภาครัฐจากการที่ผู้รับเหมาตัดราคาอย่างมากในการประมูล (ประหยัดงบประมาณ)*มากกว่า* ผลเสียด้านคุณภาพงานที่มีแนวโน้มลดลง

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ข้าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

2. ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ทำให้ผู้รับเหมาต้องพยายามนำวัสดุราคาถูกที่มีคุณภาพพอดีผ่านหรืออาจต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับงานก่อสร้างแต่ละชั้นโครงสร้างทางต่างๆต่อไปนี้ (กรณีต้องขนส่งวัสดุมาจากแหล่งอื่น)

2.1 วัสดุก่อสร้างทางโดยรวม

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ข้าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

2.2 ชั้นดันทาง(Subgrade)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ข้าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

2.3 ชั้นวัสดุคัดเลือก(Selected Material) และ ชั้นรองพื้นทาง(Subbase)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ข้าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

2.4 ชั้นพื้นทาง(Base)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ข้าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

2.5 วัสดุมวลรวมสำหรับผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ข้าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

3 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ทำให้ผู้รับเหมาต้องลดคุณภาพในการบดอัดชั้นโครงสร้างต่างๆของงานทาง เพื่อลดต้นทุนด้านเครื่องจักรและปริมาณวัสดุที่ใช้ โดยบดอัดมีจำนวนเที่ยวน้อยลงใน แต่ละชั้นโครงสร้างถนนต่อไปนี้

3.1 ชั้นดันทาง(Subgrade) (95% Standard Proctor)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ข้าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

0 = น้อยที่สุด **1** = น้อย **2** = ปานกลาง **3** = มาก **4** = มากที่สุด

3.2 ชั้นวัสดุคัดเลือก(Selected Material) และ ชั้นรองพื้นทาง(Subbase) (95% Modified Proctor)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่ชัดเจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

3.3 ชั้นพื้นทาง(Base) (95% Modified Proctor)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่ชัดเจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

3.4 ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่ชัดเจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

4 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมากทำให้ท่านต้องลดคุณภาพในการก่อสร้างแต่ละชั้นโครงสร้างของงานทาง โดยทำการบดอัดแต่ละรอบให้หนาขึ้น(หนากว่าที่เกณฑ์กำหนด)เช่น ชั้นคันทางหนา 1 เมตร ทำการบดอัดชั้นเดียว 1 เมตร เพื่อลดรอบการทำงานเครื่องจักรและลดปริมาณวัสดุที่จะต้องใช้ สำหรับ ชั้นโครงสร้างต่างๆต่อไปนี้

4.1 ชั้นคันทาง(Subgrade)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่ชัดเจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

4.2 ชั้นวัสดุคัดเลือก(Selected Material) และ ชั้นรองพื้นทาง(Subbase)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่ชัดเจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

4.3 ชั้นพื้นทาง(Base)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่ชัดเจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

0 = น้อยที่สุด 1 = น้อย 2 = ปานกลาง 3 = มาก 4 = มากที่สุด

5 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก มีแนวโน้มที่ผู้รับเหมาจะพยายามก่อสร้างชั้นโครงสร้างที่อยู่ด้านล่างซึ่งมีราคาต่อหน่วยต่ำกว่า ให้มีความหนาเพิ่มขึ้นจากแบบเพื่อลดความหนาหรือปริมาณวัสดุที่ใช้ในชั้นบนซึ่งมีราคาสูงกว่าเพื่อลดต้นทุน

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก **0**(น้อยที่สุด) หรือ **4**(มากที่สุด) เนื่องจาก

6 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ในขั้นตอนงานถางป่าขุดตอ จะลดความละเอียดใน การกำจัดต้นไม้ ตอไม้ วัชพืช และ ดินเลน ในบริเวณที่จะก่อสร้างทาง เพื่อลดเวลาและลดการทำงานของเครื่องจักร

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก **0**(น้อยที่สุด) หรือ **4**(มากที่สุด) เนื่องจาก

7 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ผู้รับเหมาจะลดความกว้างของแนวการถางป่าในแนว คันทางให้น้อยลงให้พอดีกับความกว้างของทางตามแบบมากที่สุด เพื่อลดพื้นที่การบดอัดและปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นคันทาง

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก **0**(น้อยที่สุด) หรือ **4**(มากที่สุด) เนื่องจาก

8 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ทำให้ผู้รับเหมานำวัสดุที่ดีมาผสมกับวัสดุที่ไม่ดีที่บริเวณใกล้เคียงในการก่อสร้างเพื่อลดต้นทุน (เช่น แบบกำหนดให้ใช้เกรด **A** หรือ **B** แต่บริเวณใกล้เคียงเป็นเกรด **C** จึงนำวัสดุเกรด **A** จากแหล่งอื่นมาผสมกับเกรด **C** ให้เป็นวัสดุที่พอใช้ได้ในการก่อสร้าง แทนการนำวัสดุเกรด **A** หรือ **B** จากแหล่งอื่นมาใช้ทั้งหมด) สำหรับชั้นโครงสร้างต่างๆต่อไปนี้

8.1 ชั้นคันทาง(Subgrade)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก **0**(น้อยที่สุด) หรือ **4**(มากที่สุด) เนื่องจาก

8.2 ชั้นวัสดุคัดเลือก(Selected Material) และ ชั้นรองพื้นทาง(Subbase)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก **0**(น้อยที่สุด) หรือ **4**(มากที่สุด) เนื่องจาก

8.3 ชั้นพื้นทาง(Base)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก **0**(น้อยที่สุด) หรือ **4**(มากที่สุด) เนื่องจาก

0 = น้อยที่สุด **1** = น้อย **2** = ปานกลาง **3** = มาก **4** = มากที่สุด

9 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ทำให้กรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิดมาผสมเป็นวัสดุรอง พื้นทาง หรือมีการแยกตัวกันระหว่างส่วนหยาบและส่วนละเอียด ผู้รับเหมาจะพยายามลดค่าใช้จ่ายใน การคลุกเคล้าวัสดุซึ่งมีจำนวนมากให้สม่ำเสมอตามมาตรฐาน ก่อนทำการบดอัด

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่โต้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

10 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ในการราดแอสฟัลต์ Prime Coat ผู้รับเหมาพยายามใช้ปริมาณยางต่ำสุดที่ยอมให้เพื่อลดต้นทุนในการก่อสร้าง

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่โต้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

11 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก พยายามลดปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ผสมกับวัสดุมวลรวมให้พอดีผ่านเกณฑ์ต่ำสุดที่ยอม*(ปริมาณแอสฟัลต์ที่กำหนด – ค่าTolerance)*ให้เพื่อลดต้นทุน

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่โต้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

12 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ทำให้ในขั้นตอนการผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ผู้รับเหมาพยายามลดอุณหภูมิในการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ต่ำลงเพื่อลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ให้ความร้อนส่วนผสม (ในกรณีมี Plant ผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเอง)

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่โต้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

13 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ทำให้ผู้รับเหมาพยายามก่อสร้างชั้นผิวทางให้มีความหนาพอดีผ่านเกณฑ์ต่ำสุดที่ยอมให้*(ความหนาที่กำหนด – ค่าTolerance)* เพื่อใช้วัสดุให้น้อยที่สุด

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่โต้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

14 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ในกรณีมีคันทางเดิมและต้องบดอัดคันทางใหม่ทับของเดิม ผู้รับเหมาจะพยายามหลีกเลี่ยงการตัดระดับขั้นบันไดหรือ Benching โดยการลงวัสดุและดำเนินการบดอัดเลย

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ทำถามไม่โต้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

0 = น้อยที่สุด 1 = น้อย 2 = ปานกลาง 3 = มาก 4 = มากที่สุด

15 ท่านเห็นด้วยเพียงใด สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก ผู้รับเหมาเลือกที่จะลดต้นทุนโดยลดคุณภาพในงานชั้นล่างๆ(ชั้นดันทาง ชั้นรองพื้นทาง) *มากกว่า*ลดคุณภาพชั้นผิวทาง ถึงแม้จะลดต้นทุนได้ไม่มากแต่มี ความเสี่ยงที่จะมีปัญหาในการตรวจรับงานน้อยกว่า รวมทั้งมีผลต่อคุณภาพโดยรวมของถนนน้อยกว่า

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

16 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก มีการดำเนินการด้านความปลอดภัยต่อบุคคลภายนอกที่สัญจรไปมา เช่น ป้ายและไฟจราจรสำหรับเตือนว่ามีการก่อสร้าง ลดน้อยลง

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

17 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก มีการดำเนินการด้านความปลอดภัยต่อผู้ดำเนินการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างเช่น การดูแลความเป็นระเบียบของพื้นที่ก่อสร้าง อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยในการทำงานต่างๆ ลดน้อยลง

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

18 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก จะมีการจ้างผู้รับเหมาช่วงในราคาต่ำ(สามารถบีบราคาได้) และทำให้ผลงานที่ได้มีคุณภาพลดลง

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

19 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก มีการลดต้นทุนด้านแรงงาน โดยใช้แรงงานราคาถูกที่มีคุณภาพฝีมือต่ำ หรือแรงงานต่างด้าว มากขึ้น

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

20 ท่านเชื่อว่า สำหรับโครงการที่ตัดราคาอย่างมาก มีการลดต้นทุนด้านเครื่องจักร โดยเปลี่ยนไปใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพลดลง หรือใช้เครื่องจักรเก่า และมีการดูแลรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพดี น้อยลง

0	1	2	3	4

ไม่ออกความเห็น	ท่าถามไม่ได้เจน

ท่านเลือก 0(น้อยที่สุด) หรือ 4(มากที่สุด) เนื่องจาก

0 = น้อยที่สุด 1 = น้อย 2 = ปานกลาง 3 = มาก 4 = มากที่สุด

ตอนที่ 2

ข้อมูลเพิ่มเติม

คำชี้แจง : กรุณาให้ข้อมูลในแต่ละข้อตามความเป็นจริงจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้อย่างมาก

1. ระบุอันดับ(1-6) ของปัจจัยที่ท่านคิดว่ามีผลต่อคุณภาพงานก่อสร้างทาง(อันดับ 1 สำคัญที่สุด)

ปัจจัย	อันดับ	ปัจจัย	อันดับ
ต้นทุนในการก่อสร้างต่ำเนื่องจากการฟันราคาในการประมูล		ความพร้อมและศักยภาพของผู้รับเหมาและผู้รับเหมาช่วง	
ความรู้ความชำนาญของผู้คุมงานของภาครัฐ		ความเหมาะสมของข้อกำหนดการก่อสร้าง(Specification)	
ความเหมาะสมของการออกแบบ		อื่นๆ_____	

2. หากท่านประมูลโครงการก่อสร้างได้มาโดยการตัดราคาในการประมูลอย่างมาก(ประมาณร้อยละ **40** หรือมากกว่า) โดยมิได้มีความพร้อมด้านแหล่งวัสดุเหนือกว่าผู้แข่งขันรายอื่นแต่อย่างใด ท่านจะเลือกที่จะลดคุณภาพในส่วนใดตามลำดับ **1** ถึง **7** โดยระบุเหตุผลที่ลดคุณภาพเฉพาะ อันดับ **1** ถึง **3** (อันดับ **1** สำคัญที่สุด)

ชั้นที่	อันดับ	เหตุผลในการลดคุณภาพ(เฉพาะอันดับ 1 ถึง 3)
1. ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต		
2. ลาดยาง Prime Coat		
3. พื้นทาง		
4. รองพื้นทาง		
5. วัสดุคัดเลือก		
6. วัสดุคันทาง		
7. ดินเดิม(บดอัด)		

3. ท่านคิดว่าการตัดราคาในการประมูลเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ _____ ของราคากลาง จึงจำเป็นต้องมีการลดต้นทุนโดยลดคุณภาพในการก่อสร้าง(กรณีมิได้มีความพร้อมด้านแหล่งวัสดุเหนือกว่าผู้รับเหมารายอื่นและราคากลางกำหนดเหมาะสมตามวิธีการคิดไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป)

4. มีเงื่อนไขอย่างใดบ้างที่ทำให้ผู้รับเหมาต้องตัดราคาอย่างมากในการประมูล จนอาจต้องลดคุณภาพในภายหลัง

_____

_____

_____

_____

5. ท่านมีข้อเสนอแนะอย่างไรให้กับภาครัฐในการแก้ไขปัญหาการตัดราคาในการประมูล และการลดต้นทุนในการก่อสร้างจนกระทบคุณภาพของงานก่อสร้างทาง

_____

_____

_____

_____

_____

ภาคผนวก ค.
การรวบรวมผลจากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

การรวบรวมผลจากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

ตารางต่อไปนี้เป็นการสรุปจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เลือกระดับความเห็นต่างๆในแต่ละข้อโดย **0** = น้อยที่สุด **1** = น้อย **2** = ปานกลาง **3** = มาก **4** = มากที่สุด

ตัดราคาคุ้มค่าต่อภาครัฐ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	29	28.4	29.6	29.6
	1	36	35.3	36.7	66.3
	2	14	13.7	14.3	80.6
	3	15	14.7	15.3	95.9
	4	4	3.9	4.1	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ลดคุณภาพวัสดุ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	6	5.9	5.9	5.9
	1	12	11.8	11.9	17.8
	2	21	20.6	20.8	38.6
	3	40	39.2	39.6	78.2
	4	22	21.6	21.8	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดวัสดุSubgrade

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	7	6.9	6.9	6.9
	1	20	19.6	19.8	26.7
	2	21	20.6	20.8	47.5
	3	27	26.5	26.7	74.3
	4	26	25.5	25.7	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดวัสดุSelect&Subbase

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	7	6.9	6.9	6.9
	1	15	14.7	14.9	21.8
	2	23	22.5	22.8	44.6
	3	33	32.4	32.7	77.2
	4	23	22.5	22.8	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดวัสดุBase

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	9	8.8	8.9	8.9
	1	20	19.6	19.8	28.7
	2	17	16.7	16.8	45.5
	3	28	27.5	27.7	73.3
	4	27	26.5	26.7	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดวัสดุมวลรวมAC

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	16	15.7	16.0	16.0
	1	21	20.6	21.0	37.0
	2	18	17.6	18.0	55.0
	3	23	22.5	23.0	78.0
	4	22	21.6	22.0	100.0
	Total	100	98.0	100.0	
Missing	System	2	2.0		
Total		102	100.0		

ลดบดอัดSubgrade

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	17	16.7	16.8	16.8
	1	22	21.6	21.8	38.6
	2	21	20.6	20.8	59.4
	3	20	19.6	19.8	79.2
	4	21	20.6	20.8	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดบดอัดSelect&Subbase

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	16	15.7	15.8	15.8
	1	18	17.6	17.8	33.7
	2	25	24.5	24.8	58.4
	3	27	26.5	26.7	85.1
	4	15	14.7	14.9	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดบดอัดBase

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	19	18.6	18.8	18.8
	1	22	21.6	21.8	40.6
	2	23	22.5	22.8	63.4
	3	22	21.6	21.8	85.1
	4	15	14.7	14.9	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดบดอัดผิวทางAC

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	20	19.6	19.8	19.8
	1	27	26.5	26.7	46.5
	2	19	18.6	18.8	65.3
	3	20	19.6	19.8	85.1
	4	15	14.7	14.9	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

บดSubgradeหนาขึ้น

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	24	23.5	23.8	23.8
	1	22	21.6	21.8	45.5
	2	12	11.8	11.9	57.4
	3	26	25.5	25.7	83.2
	4	17	16.7	16.8	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

บดSelect&Subbaseหนาขึ้น

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	25	24.5	25.3	25.3
	1	17	16.7	17.2	42.4
	2	26	25.5	26.3	68.7
	3	23	22.5	23.2	91.9
	4	8	7.8	8.1	100.0
	Total	99	97.1	100.0	
Missing	System	3	2.9		
Total		102	100.0		

บดBaseหนาขึ้น

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	24	23.5	24.5	24.5
	1	25	24.5	25.5	50.0
	2	21	20.6	21.4	71.4
	3	20	19.6	20.4	91.8
	4	8	7.8	8.2	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ทำชั้นล่างหนาขึ้น

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	35	34.3	35.0	35.0
	1	20	19.6	20.0	55.0
	2	16	15.7	16.0	71.0
	3	22	21.6	22.0	93.0
	4	7	6.9	7.0	100.0
	Total	100	98.0	100.0	
Missing	System	2	2.0		
Total		102	100.0		

ถางป่าขุดดอละเอียดน้อยลง

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	17	16.7	17.0	17.0
	1	26	25.5	26.0	43.0
	2	23	22.5	23.0	66.0
	3	22	21.6	22.0	88.0
	4	12	11.8	12.0	100.0
	Total	100	98.0	100.0	
Missing	System	2	2.0		
Total		102	100.0		

ถางป่าชุดดอแคบลง

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	24	23.5	24.2	24.2
	1	23	22.5	23.2	47.5
	2	21	20.6	21.2	68.7
	3	23	22.5	23.2	91.9
	4	8	7.8	8.1	100.0
	Total	99	97.1	100.0	
Missing	System	3	2.9		
Total		102	100.0		

ผสมวัสดุSubgrade

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	18	17.6	18.4	18.4
	1	24	23.5	24.5	42.9
	2	21	20.6	21.4	64.3
	3	24	23.5	24.5	88.8
	4	11	10.8	11.2	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ผสมวัสดุSelect&Subbase

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	12	11.8	12.2	12.2
	1	19	18.6	19.4	31.6
	2	27	26.5	27.6	59.2
	3	26	25.5	26.5	85.7
	4	14	13.7	14.3	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ผสมวัสดุBase

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	18	17.6	18.4	18.4
	1	21	20.6	21.4	39.8
	2	17	16.7	17.3	57.1
	3	27	26.5	27.6	84.7
	4	15	14.7	15.3	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

คุณภาพคลุกเคล้า

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	15	14.7	15.5	15.5
	1	21	20.6	21.6	37.1
	2	22	21.6	22.7	59.8
	3	24	23.5	24.7	84.5
	4	15	14.7	15.5	100.0
	Total	97	95.1	100.0	
Missing	System	5	4.9		
Total		102	100.0		

ปริมาณPrime Coat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	10	9.8	9.8	9.8
	1	17	16.7	16.7	26.5
	2	13	12.7	12.7	39.2
	3	29	28.4	28.4	67.6
	4	33	32.4	32.4	100.0
	Total	102	100.0	100.0	

Asphalt Content ใน AC

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	9	8.8	8.9	8.9
	1	14	13.7	13.9	22.8
	2	22	21.6	21.8	44.6
	3	29	28.4	28.7	73.3
	4	27	26.5	26.7	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดอุณหภูมิการเผาวัสดุ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	26	25.5	26.0	26.0
	1	33	32.4	33.0	59.0
	2	19	18.6	19.0	78.0
	3	13	12.7	13.0	91.0
	4	9	8.8	9.0	100.0
	Total	100	98.0	100.0	
Missing	System	2	2.0		
Total		102	100.0		

สร้างผิวทางให้บางที่สุด

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	7	6.9	6.9	6.9
	1	11	10.8	10.9	17.8
	2	17	16.7	16.8	34.7
	3	30	29.4	29.7	64.4
	4	36	35.3	35.6	100.0
	Total	101	99.0	100.0	
Missing	System	1	1.0		
Total		102	100.0		

ลดBenching

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	16	15.7	16.3	16.3
	1	20	19.6	20.4	36.7
	2	21	20.6	21.4	58.2
	3	22	21.6	22.4	80.6
	4	19	18.6	19.4	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ลดชั้นล่างมากกว่าชั้นบน

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	15	14.7	15.8	15.8
	1	17	16.7	17.9	33.7
	2	18	17.6	18.9	52.6
	3	33	32.4	34.7	87.4
	4	12	11.8	12.6	100.0
	Total	95	93.1	100.0	
Missing	System	7	6.9		
Total		102	100.0		

ลดSafetyต่อคนนอก

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	14	13.7	14.1	14.1
	1	17	16.7	17.2	31.3
	2	13	12.7	13.1	44.4
	3	36	35.3	36.4	80.8
	4	19	18.6	19.2	100.0
	Total	99	97.1	100.0	
Missing	System	3	2.9		
Total		102	100.0		

ลดSafetyต่อคนงาน

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	11	10.8	11.3	11.3
	1	13	12.7	13.4	24.7
	2	21	20.6	21.6	46.4
	3	32	31.4	33.0	79.4
	4	20	19.6	20.6	100.0
	Total	97	95.1	100.0	
Missing	System	5	4.9		
Total		102	100.0		

Subคุณภาพต่ำ&บีบราคา

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	11	10.8	11.2	11.2
	1	8	7.8	8.2	19.4
	2	9	8.8	9.2	28.6
	3	42	41.2	42.9	71.4
	4	28	27.5	28.6	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ลดค่าแรง

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	11	10.8	11.2	11.2
	1	10	9.8	10.2	21.4
	2	16	15.7	16.3	37.8
	3	41	40.2	41.8	79.6
	4	20	19.6	20.4	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ใช้เครื่องจักรเก่า

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	19	18.6	19.4	19.4
	1	23	22.5	23.5	42.9
	2	17	16.7	17.3	60.2
	3	26	25.5	26.5	86.7
	4	13	12.7	13.3	100.0
	Total	98	96.1	100.0	
Missing	System	4	3.9		
Total		102	100.0		

ภาคผนวก ง.

การวัดความแข็งแรงของถนนจากค่าการแอ่นตัวของถนนโดยเครื่องมือ Benkelman Beam

การวัดความแข็งแรงของถนนจากค่าการแอ่นตัวของถนน โดยเครื่องมือ Benkelman Beam

การวัดค่าการแอ่นตัวของถนน(Deflection) ทำให้ทราบค่าความแข็งแรงของชั้นโครงสร้างทาง นำไปใช้ในการออกแบบเสริมความแข็งแรง (Overlay Design) และในไปใช้พิจารณาวิธีการบำรุงรักษาทางต่อไป โดยหลักการวัดค่าการแอ่นตัวของถนน

หลักการวัดค่าการแอ่นตัวของถนนด้วยเครื่องมือ Benkelman Beam

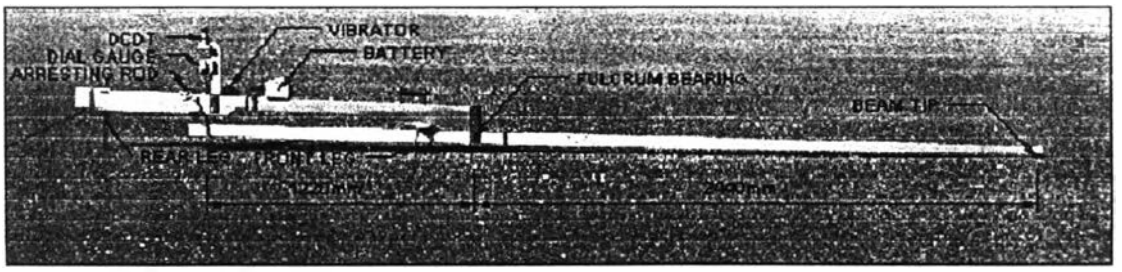
หลักการวัดค่าการแอ่นตัวของถนนด้วยเครื่องมือ Benkelman Beam เป็นการทดลองตามแบบ Transient Deflection ซึ่งเป็นการวัดค่าการแอ่นตัวชั่วคราวจากน้ำหนักที่กดทับ โดยได้มีการแก้ไขการสำรวจเก็บข้อมูลสภาพผิวทางในพื้นที่ตัวอย่าง จัดความเสียหายให้อยู่ในกลุ่มของร่องล้อรอยแตก และความเสียหายอื่นๆ เพื่อที่จะสามารถทราบแนวโน้มและจุดวิกฤตของการชำรุดเสียหาย รวมทั้งมีการแก้ไขการปรับแก้อุณหภูมิของผิวทางด้วย

เครื่องมือ Benkelman Beam เป็นการทดลองหาค่าการแอ่นตัวของถนน ภายใต้มาตรฐานของน้ำหนักเพลารถบรรทุก ขนาดของยาง ความดันภายในล้อ และระยะช่องว่าของคู่ล้อหลัง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือBenkelman Beam ที่ใช้ในการทดลองวัดค่าความแอ่นตัวของถนนตามมาตรฐานที่กรมทางหลวง ใช้มีดังนี้

1. Benkelman Beam ลักษณะเป็นคาน 2 ตัว คานหลังตั้งอยู่บนขาทั้งสองซึ่งปรับระดับได้ ขาหน้าเป็นขาคู่ ขาหลังเป็นขาเดี่ยว คานหลังทำหน้าที่หิ้วคานหน้า 2 จุด ที่ปลายคานหน้ามีปลายเดือย (Beam Tip) จะวางอยู่บนจุดทดลองเพื่อวัดค่าการแอ่นตัวของถนน ตัวคานหน้ายาวเรียวสามารถสอดเข้าระหว่าล้อรถบรรทุกคู่หลังได้ ที่ปลายคานหน้าอีกด้านมีขดลวดแม่เหล็กสั่นสะเทือน (Vibrator) เพื่อลดความฝืดของจุดสัมผัสต่างๆในขณะทดลอง



รูปที่ ง.1 เครื่องมือ Benkelman Beam

2. รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบด้วยเพลาหน้า 2 ล้อ และ เพลาหลัง 4 ล้อ เป็นล้อคู่โดยมีคุณสมบัติต่างๆดังตาราง

ตารางที่ ค.1 คุณสมบัติของรถบรรทุกที่ใช้ในการทดลองวัดค่าการแอ่นตัวของถนน

คุณสมบัติ	ค่าที่ยอมรับ
1. น้ำหนักบรรทุกเพลาหลัง(Rear axle load)	8,200 กก. ± 10 %
2. น้ำหนักบรรทุกคู่ล้อหลัง(Dual rear wheel load)	4,100 กก. ± 10 %
3. ขนาดของยาง	10.00 x 20
4. ขนาดของยาง	85 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว(590 kN/m^2)
5. ช่องว่าระหว่าแก้มยางล้อคู่	25 – 40 มม.
6. ช่องว่างระหว่างพื้นผิวสัมผัสคู่ล้อ	100 – 150 มม.

3. เครื่องมือวัดความดันภายในยางรถ
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. เหล็กนำ(Mandrel)
6. ค้อนสำหรับตอกเหล็กนำ
7. เทปวัดระยะทาง
8. อุปกรณ์ประกอบการทดลองอื่นๆ เช่น รถบรรทุกเล็ก ป้ายจราจร สัญญาณในการควบคุมจราจร เป็นต้น

การวัดค่าการแอ่นตัวของถนน

วิธีการวัดค่าการแอ่นตัวของถนนด้วยเครื่องมือ Benkelman Beam มีขั้นตอนดังนี้

1. นำรถบรรทุกเข้าจอดตามแนวของถนน ให้ช่องล้อคู่นอกอยู่ในแนวของจุดทดลองขนานกับถนน ศูนย์กลางของล้ออยู่หลังจุดทดลอง 0.20 ม.
2. สอดปลายคาน จากด้านหลังรถ เข้าไปในช่องว่าระหว่างล้อคู่จนจุดปลายเดือยอยู่บนจุดทดลอง
3. ปรับแนวคานให้อยู่ในแนวของล้อรถบรรทุกเมื่อรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าแล้วแก้มยางด้านหนึ่งด้านใดต้องไม่สัมผัสกับตัวคาน จัดขาตั้งหน้าและหลังให้มั่นคง
4. คลายหมุดบังคับที่อยู่ด้านหน้าให้ปลายเดือยสัมผัสจุดทดลอง และคลายหมุดบังคับที่อยู่ด้านหลังให้ปลายคานอีกด้านสัมผัสกับเดือยของ Dial Gauge โดยให้ Dial Gauge หมุนอย่างน้อย 3 – 4 รอบ

5. เปิดสวิตซ์ให้ Vibrator ทำงาน
6. ปรับ Dial Gauge ไปที่ 0 เป็น Initial Reading
7. ให้สัญญาณรถบรรทุกให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างช้าๆ ด้วยความเร็วไม่เกิน 4 กม. /ชม. ผ่านจุดทดลอง
8. อ่านค่า Reverse Reading(R_v) เมื่อเข็มชี้มากที่สุดก่อนที่เข็มจะเริ่มหมุนกลับ
9. ให้รถบรรทุกเคลื่อนที่ต่อไปเรื่อยๆ จนพ้นจากจุดทดลองไม่น้อยกว่า 5.00 ม.
10. อ่านค่า Rebound Reading (R_b) เมื่อเข็มหยุดนิ่งหรือเข็มหมุนไม่กิน 0.025 มม./นาที
11. จดบันทึกในตารางบันทึกข้อมูล และคำนวณค่าการแอ่นตัว(Individual Deflection, Ri)

$$R_i = R_v + R_b$$

12. หมุนปิดหมุดบังคับ(Beam lock) ก่อนที่จะเคลื่อนย้ายตัว Beam เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องมือ

การคำนวณค่าการแอ่นตัวของถนน

R_i = ค่าการแอ่นตัว ณ จุด i (มม.)

= $R_1, R_2, R_3, \ldots, R_n$

n = จำนวนจุดที่ทดลอง (มม.)

R = ค่าเฉลี่ยการแอ่นตัว

SD = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการแอ่นตัว (มม.)

DEF = ค่าการแอ่นตัวสำหรับออกแบบเสริมความแข็งแรง (Overlay Design Deflection)

= (R + 1.5 SD) + TC

TC = ค่าปรับแก้เนื่องจากผลของอุณหภูมิ

= 0.0046(35 – C)

C = อุณหภูมิผิวทาง (องศาเซลเซียส)

การคำนวณออกแบบเสริมความแข็งแรง

วิธีการออกแบบนี้ปรับปรุงจาก California Method เป็นการคำนวณเสริมความแข็งแรงให้เพียงพอเพื่อลดค่าการแอ่นตัว ให้อยู่ในความสามารถรับน้ำหนักและปริมาณการจราจรได้ตลอดอายุการออกแบบ

ตัวอย่างการออกแบบ

ผลการทดลองวัดค่าการแอ่นตัวของถนนของแขวงการทางพิจิตร ทางหลวงหมายเลข 0115 ตอนควบคุมที่ 0301 เป็นทาง 2 ช่องการจราจร ทดลองระหว่าง กม.62+000 ถึง 63+000 ด้านซ้ายทาง ทดลองเมื่อ มกราคม 2536

1. คำนวณค่าการแอ่นตัวที่ใช้ในการออกแบบถนน

   R = 0.689 มม.

   SD = 0.194 มม.

   TC = ผิวทางเซอร์เฟสทรีทเมนต์ ไม่มีการปรับแก้อุณหภูมิ

   DEF = 0.689 + 1.5 x 1.194

   = 0.980 มม.

2. คำนวณอำนาจการทำลายสะสมตลอดอายุการออกแบบ

ปริมาณการจราจร ปี 2535	3,109	คันต่อวัน
สัดส่วนรถบรรทุก	20.0	เปอร์เซ็นต์
อัตราการเพิ่มปริมาณจราจร	5.0	เปอร์เซ็นต์

   เฉลี่ยอำนาจการทำลายของรถบรรทุกต่อคัน(Truck Factor) เท่ากับ 1.00

   เพราะฉะนั้น จำนวนเที่ยวสะสมของอำนาจการทำลายตลอดอายุการออกแบบ (Accumulative Equivalent Standard Axle Loads)

   $SA = 3,109 \times 0.50 \times 0.20 \times 1.00 \times 365 \times ((1 + 0.05)^{7} - 1)/ 0.05$

   = 923,943

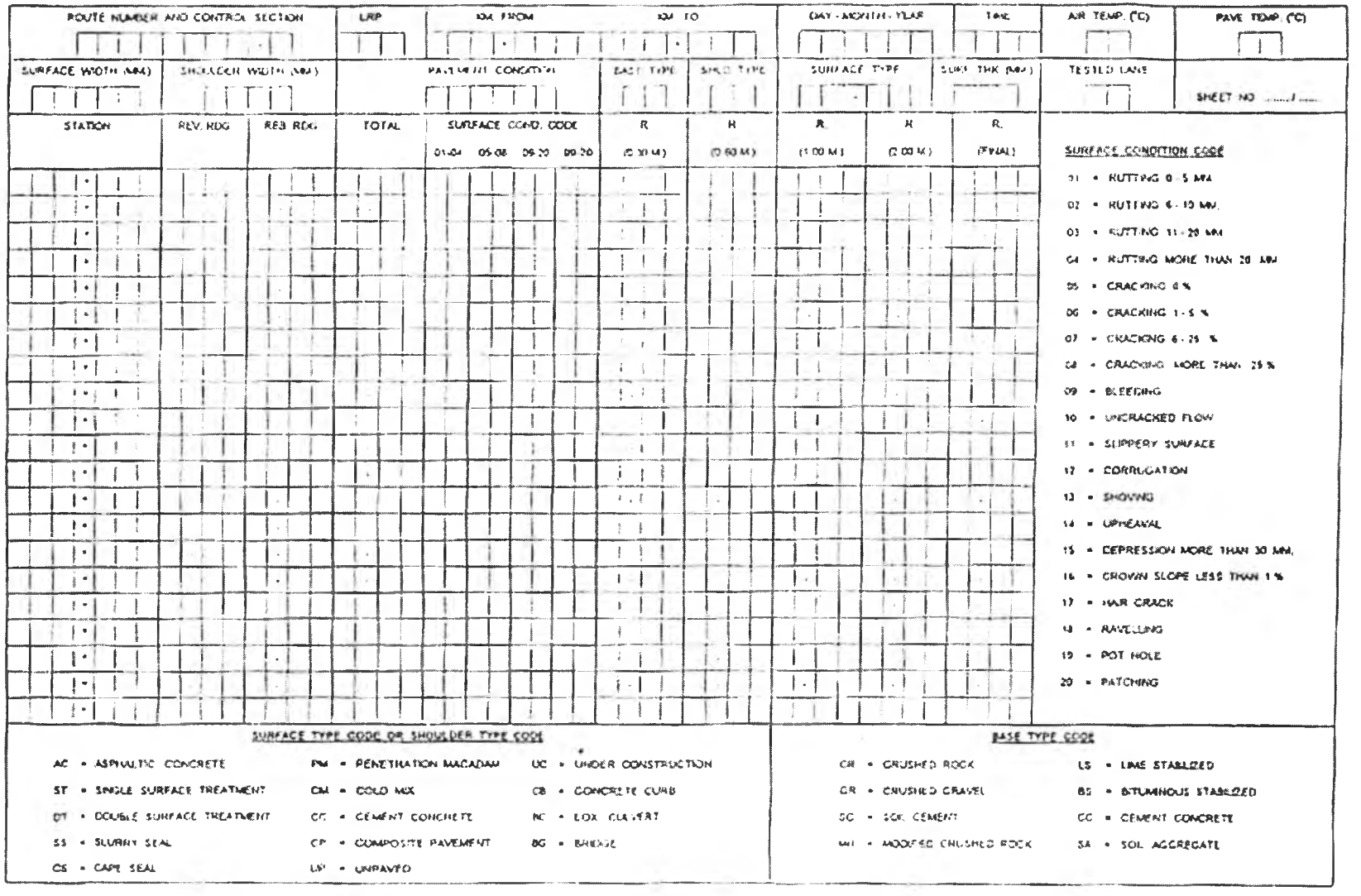
3. หาการแอ่นตัวของถนนที่สามารถรับน้ำหนักและปริมาณการจราจรได้ตลอดอายุการออกแบบ จากกราฟ ที่ SA 0.942 ล้านเที่ยว ได้ค่า Tolerable Deflection หรือ Allowable Deflection 0.025 นิ้ว หรือ 0.635 มม.

4. คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ลดค่าการแอนตัวที่ทดลองได้กับค่าการแอนตัวที่สามารถรับน้ำหนักและปริมาณการจราจรได้ตลอดอายุการออกแบบ

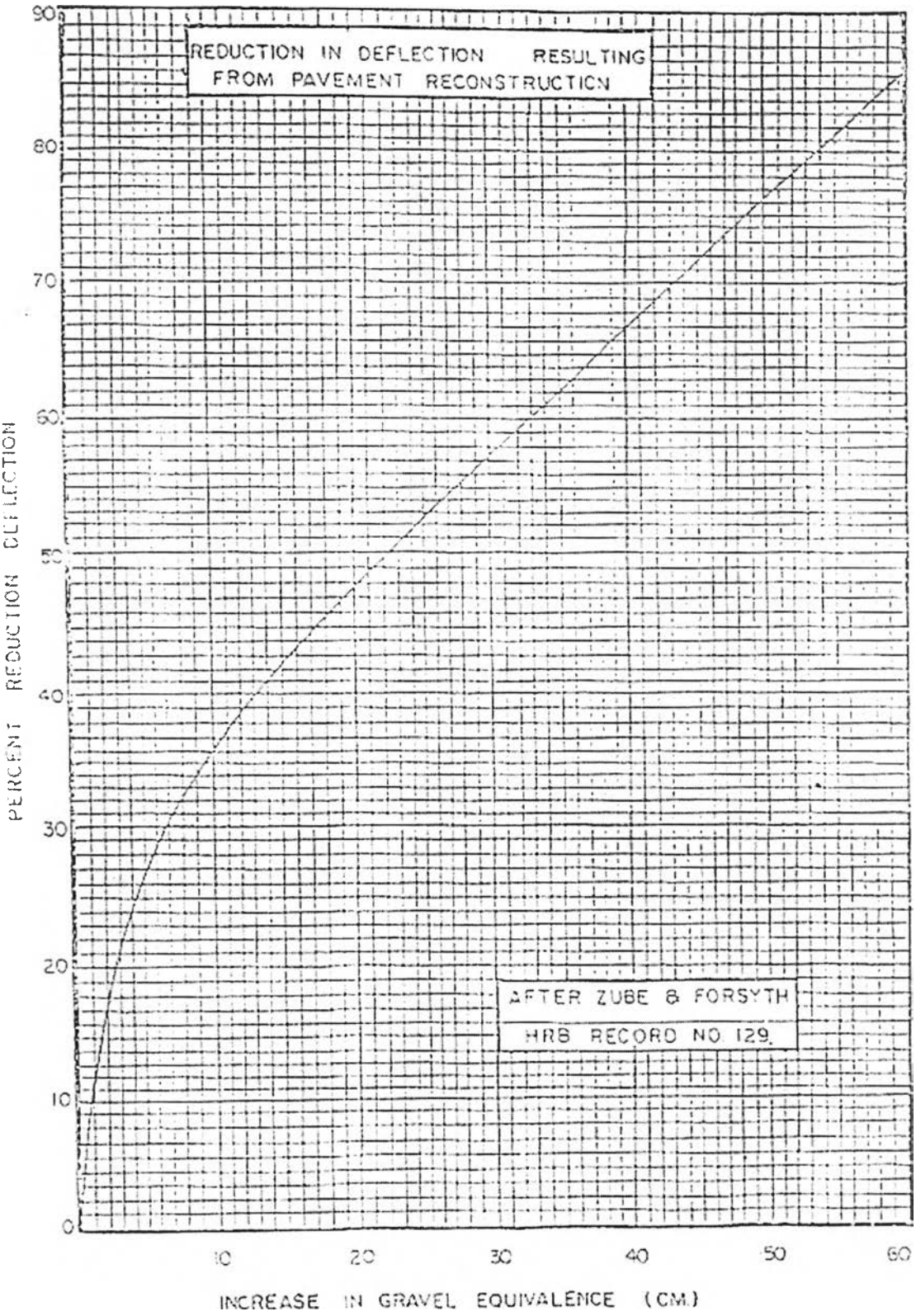
   Percent Deflection Reduction = (0.980 – 0.635) / 0.980 x 100 = 35.2

5. หาค่าความหนาของผิวทางแอสฟัลต์

   จากกราฟรูปที่ ค.3 Percent Reduction Deflection ที่ 35.2 ได้ค่าเทียบเท่าชั้นหินคลุกเพื่อเสริมความ แข็งแรง (Gravel Equivalent) 9.6 ซม. คิดเป็นความหนาของผิวทางแอสฟัลต์ 4.8 ซม.



รูปที่ 3.2 Benkelman Beam Datasheet



รูปที่ ง.3 Reduction in Deflection Resulting from Pavement Reconstruction

ภาคผนวก จ.
เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบความแตกค่าของความแปรปรวนสำหรับ 2 กลุ่มตัวอย่าง

H_0 : การกระจายของประชากร 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$

H_1 : การกระจายของประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$

ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบคือ F-test ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \qquad (จ.1)$$

เมื่อ S_1, S_2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ2 ตามลำดับ

โดย $S_1^2 > S_2^2$

การทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวนของ 2 กลุ่มตัวอย่าง ทำโดยนำค่า F ที่ได้เปรียบเทียบกับค่า F จากตารางสถิติหากค่าที่ได้จากการคำนวณสูงกว่าค่าที่ได้จากตารางสถิติแสดงว่าค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยช่วงความเชื่อมันที่กำหนด โดยสำหรับงานวิจัยนี้จะใช้ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ในการวิเคราะห์

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสำหรับ 2 กลุ่มตัวอย่างกรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

เป็นการทดสอบกรณีข้อมูลที่ต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ หรือใกล้เคียงแบบปกติ และมีการวัดถึงระดับช่วงหรืออัตราส่วน

การทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง

H_0 : ค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

H_1 : ค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

การทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว

H_0 : ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 1 ไม่ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2อย่างมีนัยสำคัญ $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$

H_1 : ค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $H_1 : \mu_1 < \mu_2$

ในการทดสอบใช้ค่าสถิติ t ดังนี้

กรณีการกระจายของประชากรทั้ง **2** กลุ่มไม่แตกต่างกัน ($\sigma_1 = \sigma_2$)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_p^2}{n_1} + \frac{S_p^2}{n_2}}} \; ; df = n_1 + n_2 - 2 \qquad (3.6)$$

กรณีการกระจายของประชากรทั้ง **2** กลุ่มแตกต่างกัน ($\sigma_1 \neq \sigma_2$)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} ; df = n_1 + n_2 - 2 \qquad (3.7)$$

เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 คือ จำนวนข้อมูลของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

S_p คือ ค่าประมาณของความแปรปรวนร่วมของข้อมูลทั้ง **2** กลุ่ม

$$S_p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_1 - 1)S_1^2}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มตัวอย่าง นำค่า t ที่ได้เปรียบเทียบกับค่า t จากตารางสถิติหากค่าที่ได้จากการคำนวณสูงกว่าค่าที่ได้จากตารางสถิติแสดงว่าค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยช่วงความเชื่อมันที่กำหนด โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ในการวิเคราะห์

ประวัติผู้เขียน

นายพงศวัฒน์ กฤษณามระ เกิดวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ.2522 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทาลัย ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต สาขาบริหารการก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2543