# บทที่ 4

# ผลการวิจัย

บทที่ 4 จะทำการสรุปและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย การศึกษาหาปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง การศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยหลัก การศึกษาพัฒนาแบบจำลองในแนวทางการประมาณปริมาณเนื้องานของราคางานก่อสร้างและการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง รวมทั้งการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง การประยุกต์ใช้งาน และได้วิเคราะห์สรุปถึงปัญหาและแนวทางแก้ไขในการตรวจสอบราคางานก่อสร้าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

## 4.1 ผลการศึกษาหาปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง

ตารางที่ 3.2 และ 3.3 แสดงจำนวนสัดส่วนของราคางานต่อราคางานก่อสร้างทั้งหมดในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง กับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ของงานทางประเภทผิวจราจรผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต และงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ โดยตารางที่ 3.2 ก เป็นค่าเฉลี่ยของสัดส่วนราคางานทั้ง 3 หมวดงานต่อมูลค่าราคางานทั้งหมดโครงการ ส่วนตารางที่ 3.2 ข ถึงตารางที่ 3.2 ง เป็นค่าเฉลี่ยของสัดส่วนราคางานในหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง ของงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ส่วนตารางที่ 3.3 ก และตารางที่ 3.3 ข ถึงตารางที่ 3.3 ง แสดงค่าเฉลี่ยของสัดส่วนราคางานในหมวดต่างๆ ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น แต่เป็นของงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก นอกจากนั้นตารางดังกล่าวได้แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุดของสัดส่วนของราคางานในแต่ละหมวด ซึ่งจะได้กล่าวลำดับต่อไป

การศึกษาหาปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างได้พิจารณารายการงานที่มีสัดส่วนมูลค่างานจากมากไปหาสัดส่วนมูลค่างานน้อย โดยให้รายการงานที่มีสัดส่วนมูลค่างานมากในลำดับต้นๆเป็นรายการที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง ซึ่งสรุปลำดับรายการงานที่มีสัดส่วนมูลค่างานจากมากไปหาสัดส่วนมูลค่างานน้อย แยกตามประเภทของงานทาง ได้ดังนี้

4.1.1 งานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง

1. งานผิวจราจรแอสฟัลต์
2. งานดินถม
3. งานพื้นทาง
4. งานวัสดุคัดเลือก
5. งานรองพื้นทาง
6. งานดินตัด งานไพร์โคลท์ และงานอื่นๆ

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

1. งานสะพาน
2. งานท่อระบายน้ำ
3. งาน คสล. อื่นๆ
4. งานท่อเหลี่ยม

งานหมวดโครงสร้างถนนและคันทางของงานประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ลำดับของรายการงานที่เรียงลำดับจากสัดส่วนที่มีมูลค่างานมากไปหาสัดส่วนที่มีมูลค่างานน้อย มีผลสรุปดังนี้ สัดส่วนของมูลค่างานรวมของรายการงานลำดับที่ 1 ถึง 3 จะมีสัดส่วนประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด ส่วนงานในรายการลำดับที่ 6 มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนมูลค่างานต่ำแม้จะรวมกันทั้ง 3 รายการงาน ดังนั้นงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างของทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง ได้แก่

1. งานดินถม
2. งานพื้นทาง
3. งานผิวจราจรแบบแอสฟัลต์

จากรายการงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักในหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง งานดินถมมีสัดส่วนราคางานต่อราคางานทั้งหมดในหมวดนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 14.80 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 77.35 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 2.80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานพื้นทางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.68 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 6.15 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 34.43 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 2.57 เปอร์เซ็นต์ ส่วนงานผิวจราจรแอสฟัลต์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 10.93 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 59.99 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 3.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ารายการงานที่เป็นปัจจัยหลักก็มีการกระจายของสัดส่วนราคางานต่อราคางานทั้งหมดในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทางค่อนข้างสูง เนื่องจากการก่อสร้างงานทางสัดส่วนรายการงานต่างๆมีความผันแปรตามสภาพภูมิประเทศ เส้นชั้นความสูง ลักษณะรูปแบบของถนน และวัตถุประสงค์ในการใช้งานในอนาคต

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ลำดับรายการงานที่เรียงลำดับจากสัดส่วนที่มีมูลค่างานมากไปหาสัดส่วนที่มีมูลค่างานน้อย มีผลสรุปดังนี้ สัดส่วนของมูลค่างานรวมของรายการงานลำดับที่ 1 ถึง 2 มีสัดส่วนประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด ส่วนงานในรายการลำดับที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนมูลค่างานเท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อดูรายละเอียดส่วนประกอบในรายการงานลำดับนี้แล้ว พบว่าประกอบด้วยงานในหัวข้อย่อยมากกว่า 20 รายการ จึงถือว่าโดยเฉลี่ยทุกหัวข้อย่อยของรายการงานแล้วมีค่าสัดส่วนมูลค่างานต่ำจึงต้องตัดรายการงานในลำดับนี้ออกไป ดังนั้นงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างของทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้แก่

1. งานสะพาน
2. งานท่อระบายน้ำ

จากรายการงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักในหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก งานสะพานมีสัดส่วนราคางานต่อราคางานทั้งหมดในหมวดนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.44 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 25.29 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 85.97 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานท่อระบายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 20.61 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 94.13 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 0.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.1.2 งานทางประเภทผิวจราจรคอนกรีตเสริมเหล็ก

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง

1. งานผิวจราจรคอนกรีต
2. งานทรายถม
3. งานดินถม
4. งานพื้นทาง
5. งานรองพื้นทาง
6. งานดินตัด งานวัสดุคัดเลือก ผิวจราจรแอสฟัลต์ และงานอื่นๆ

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

1. งานสะพาน
2. งานท่อเหลี่ยม
3. งานพื้นแบบริ่งยูนิต
4. งาน คสล. อื่นๆ
5. งานท่อระบายน้ำ

งานหมวดโครงสร้างถนนและคันทางของงานประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ลำดับของรายการงานที่เรียงลำดับจากสัดส่วนที่มีมูลค่างานมากไปหาสัดส่วนที่มีมูลค่างานน้อย มีผลสรุปดังนี้ สัดส่วนของมูลค่างานรวมของรายการงานลำดับที่ 1 ถึง 4 จะมีสัดส่วนประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด ส่วนงานในรายการลำดับที่ 6 ที่ได้รวมเอารายการงานไว้ถึง 4 รายการ แต่มีสัดส่วนมูลค่างานต่ำ จึงไม่พิจารณาเป็นงานที่ปัจจัยหลัก ดังนั้น งานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างของทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง ได้แก่

1. งานดินถม
2. งานทรายถม
3. งานพื้นทาง
4. งานผิวจราจรแบบคอนกรีต

จากรายการงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักในหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง งานดินถมมีสัดส่วนราคางานต่อราคางานทั้งหมดในหมวดนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 14.10 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 34.785 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานทรายถมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.57 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 22.66 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 65.73 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานพื้นทางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.97 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.50 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 14.05 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 2.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนงานผิวจราจรคอนกรีดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 11.79 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 75.37 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 14.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ซึ่งพบว่ารายการงานที่เป็นปัจจัยหลักก็มีการกระจายของสัดส่วนราคางานต่อราคางานทั้งหมดในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทางค่อนข้างสูงพอสมควร เช่นเดียวกับงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต เนื่องจากการก่อสร้างงานทางสัดส่วนรายการงานต่าง ๆมีความผันแปรตามสภาพภูมิประเทศ เส้นชั้นความสูง ลักษณะรูปแบบของถนน และวัตถุประสงค์ในการใช้งานในอนาคต เช่นเดียวกัน

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ลำดับรายการงานที่เรียงลำดับจากสัดส่วนที่มีมูลค่างานมากไปหาสัดส่วนที่มีมูลค่างานน้อย พบว่ามีผลสรุปดังนี้ สัดส่วนของมูลค่างานรวมของรายการงานลำดับที่ 1 ถึง 3 จะมีสัดส่วนประมาณ 81 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด ส่วนงานในรายการลำดับที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนมูลค่างานเท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อดูรายละเอียดส่วนประกอบในรายการงานลำดับนี้แล้ว พบว่าประกอบด้วยงานในหัวข้อย่อยมากกว่า 20 รายการ จึงถือว่าโดยเฉลี่ยทุกหัวข้อย่อยของรายการงานแล้วมีค่าสัดส่วนมูลค่างานต่ำ จึงไม่พิจารณาเป็นงานที่ปัจจัยหลัก ดังนั้นงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างของทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้แก่

1. งานสะพาน
2. งานท่อเหลี่ยม
3. งานพื้นแบริ่งยูนิต

จากรายการงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักในหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก งานสะพานมีสัดส่วนราคางานต่อราคางานทั้งหมดในหมวดนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 26.38 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 75.66 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานท่อเหลี่ยมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 27.29 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 75.66 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนงานพื้นแบริ่งยูนิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 22.41 และมีค่าสัดส่วนสูงสุดที่ 83.68 เปอร์เซ็นต์และต่ำสุดที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับงานหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทางนั้น พบว่ามีข้อจำกัดของข้อมูลที่รวบรวมได้ ส่วนใหญ่เป็นเพียงหัวข้อรายการงานและราคาค่าก่อสร้างเท่านั้น หรือบางรายการก็มีรายละเอียดหัวข้อย่อยมากมายหลายรายการประกอบอยู่ด้วย ดังนั้นสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก จึงได้แบ่งรายการงานระบบและส่วนประกอบงานทางไว้ ดังนี้

1. งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
2. งานระบบการจราจร
3. งานส่วนประกอบงานทาง

ดังนั้นจึงใช้สัดส่วนของมูลค่าราคางานที่ปรากฏอยู่ในรายการงานทั้ง 3 รายการเป็นงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง โดยใช้วิธีการหาอัตราส่วนของมูลค่างานแต่ละรายการต่อผลรวมของมูลค่างานหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับทั้งงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 4.1 ก – 4.1 ค แสดงสัดส่วนปริมาณเนื้องานของรายการที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง ในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง ตามลำดับ ของงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ซึ่งในตารางได้แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนดังกล่าวไว้เพื่อตรวจสอบการกระจายของค่าสัดส่วนดังกล่าว

จากค่าสัดส่วนในตารางที่ 4.1 ก พบว่า รายการปริมาณงานพื้นทางมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ย 0.226 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.065 ประมาณ 29 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย และรายการปริมาณงานที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด ได้แก่ รายการปริมาณงานดินถม คือ มีค่าเฉลี่ย 1.076 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.382 ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

ส่วนหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ของงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต นั้น รายการงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง คือ งานสะพาน และงานท่อระบายน้ำ ปริมาณเนื้องานของรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักในหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นอิสระต่อกัน ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้องานรายการที่เป็นปัจจัยหลักอื่นๆ ดังนั้นการหาปริมาณเนื้องานในหมวดงานนี้ จึงสามารถตรวจวัดปริมาณเนื้องานได้โดยตรง เพียงแต่การตรวจวัดปริมาณเนื้องานต้องทำการปรับให้เนื้องานเป็นตัวแทนข้อมูลชุดเดียว ที่มีลักษณะทางกายภาพเดียวกัน ดังที่กล่าวไว้ใน บทที่ 3 หัวข้อที่ 3.6.3 ดังนั้นจึงไม่มีการวัดค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณเนื้องานก่อสร้างของงานในหมวดหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ได้แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของราคาค่าก่อสร้างของงานในหมวดนี้แทน ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ข. ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 61,285 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10,395 ประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย สำหรับงานสะพาน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,536 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 267 ประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย สำหรับงานท่อระบายน้ำ

ตารางที่ 4.2 ก – 4.2 ค แสดงสัดส่วนปริมาณเนื้องานของรายการที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง ในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง ตามลำดับ ของงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งในตารางได้แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนไว้ เพื่อตรวจสอบการกระจายของค่าสัดส่วนดังกล่าว

จากค่าสัดส่วนในตารางที่ 4.2 พบว่า รายการปริมาณงานพื้นทางมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ย 0.240 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.048 ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย และรายการปริมาณงานที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด ได้แก่ รายการปริมาณงานดินถม คือ มีค่าเฉลี่ย 2.350 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.530 ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย ส่วนรายการปริมาณเนื้องานผิวจราจรคอนกรีตนั้น ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะไม่นำมาเปรียบเทียบการกระจายของค่าเฉลี่ยกับรายการปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักอื่น เนื่องจากการหาอัตราส่วนต่อพื้นที่ผิวจราจรนั้น ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 1.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 เพราะเป็นการหาสัดส่วนด้วยข้อมูลชุดเดียวกัน

ส่วนหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ของงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก นั้น รายการงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง คือ งานสะพาน งานท่อเหลี่ยม และงานพื้นแบริ่งยูนิต ปริมาณเนื้องานของรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักในหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นอิสระต่อกัน ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้องานรายการที่เป็นปัจจัยหลักอื่นๆ เช่นเดียวกันกับ งานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ดังนั้นจึงไม่มีการวัดค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณเนื้องานก่อสร้างของงานในหมวดหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ได้แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของราคาค่าก่อสร้างของงานในหมวดนี้แทน ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ข. ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 67,343 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13,485 ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย สำหรับงานสะพาน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,815 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,052 ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย สำหรับงานท่อเหลี่ยม และรายการงานพื้นแบริ่งยูนิต มีค่าเฉลี่ย 1,685 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 436 ประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.1 ข และ 4.2 ข ที่แสดงงานหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะเห็นได้ว่างานสะพานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคาค่าก่อสร้างของงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตมีราคาเฉลี่ยต่อหนึ่งเมตรต่ำกว่างานสะพานของงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื่องจากงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น โดยส่วนใหญ่จะก่อสร้างในพื้นที่เขตภาคกลางและบริเวณพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่น ทำให้เป็นอุปสรรคในการขนส่งวัสดุก่อสร้าง อุปกรณ์ก่อสร้าง เครื่องจักร และสิ้นเปลืองเวลาสำหรับการก่อสร้าง จึงทำให้มีการคิดราคาค่าก่อสร้างในส่วนนี้เพิ่มมากขึ้นจากการก่อสร้างในสภาพปกติ

ตารางที่ 4.1 ง และ 4.2 ง แสดงสัดส่วนระหว่างปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักของงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ ตารางที่ 4.1 ง พบว่าสัดส่วนของปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยพื้นฐานของงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงจากที่ได้วัดค่าการกระจายของค่าเฉลี่ยของสัดส่วนระหว่างปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักด้วยกันแล้ว โดยสัดส่วนปริมาณงานพื้นทางต่อปริมาณงานดินถมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 ลูกบาศก์เมตรต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 และให้ค่าการกกระจายของค่าเฉลี่ยสูงสุดถึง 150 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัดส่วนของปริมาณเนื้องานปัจจัยหลักอื่นๆก็มีค่ากระจายของค่าเฉลี่ยสูงในลักษณะเช่นเดียวกัน คือ 121 เปอร์เซ็นต์สำหรับสัดส่วนงานดินถมต่องานผิวแอสฟัลต์ และ 119 เปอร์เซ็นต์สำหรับสัดส่วนงานท่อระบายน้ำต่อสะพาน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ง พบว่าสัดส่วนของปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยพื้นฐานของงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ก็ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงจากที่ได้วัดค่าการกระจายของค่าเฉลี่ยของสัดส่วนระหว่างปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักด้วยกัน เช่นเดียวกับงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยได้แสดงสัดส่วนปริมาณงานแบริ่งยูนิตต่อปริมาณงานงานท่อเหลี่ยมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.77 ตารางเมตรต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 98.26 และให้ค่าการกกระจายของค่าเฉลี่ยสูงสุดถึง 497 เปอร์เซ็นต์

ส่วนสัดส่วนของปริมาณเนื้องานปัจจัยหลักอื่นๆก็มีค่ากระจายของค่าเฉลี่ยสูงในลักษณะเช่นเดียวกัน คือ 112 เปอร์เซ็นต์สำหรับสัดส่วนงานทรายถมถมต่องานผิวคอนกรีต 346 เปอร์เซ็นต์สำหรับสัดส่วนงานดินถมต่อทรายถม สำหรับสัดส่วนงานพื้นทางต่องานทรายถม มีค่าเท่ากับ 115 เปอร์เซ็นต์ และ 235 เปอร์เซ็นต์สำหรับสัดส่วนงานท่อเหลี่ยมต่องานสะพาน ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.1 ง และ 4.2 ง ที่แสดงสัดส่วนระหว่างปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักด้วยกันของงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าการใช้ค่าสัดส่วนสัดส่วนของปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ ในงานวิจัยครั้งนี้ยังไม่มีความเหมาะสมในการพัฒนาแบบจำลอง เนื่องจากข้อจำกัดของรายละเอียดข้อมูลโครงการบางรายการที่มีความสำคัญในการพิจารณาหาความสัมพันธ์โดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ เช่น ระดับชั้นความสูง (Elevation Profile) และรูปหน้าตัด (Cross Section) เนื่องจากปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักพื้นฐาน ได้แก่ รายการงานดินถม รายการงานทรายถม และรายการงานสะพาน มีความผันแปรตามสภาพที่ตั้งโครงการ และสภาพภูมิประเทศเป็นสำคัญ ซึ่งรายละเอียดข้อมูลโครงการส่วนนี้สามารถทราบได้จากแบบก่อสร้าง ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้เก็บรวบรวมไว้

ดังนั้นจึงได้แสดงข้อมูลสัดส่วนปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณเนื้องานที่เป็นปัจจัยพื้นฐานของงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ได้จากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ง และ 4.2 ง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงสัดส่วนราคาค่าก่อสร้างของงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่องานราคาก่อสร้าง ในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง ของงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง โดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามลำดับ

จากการหาความสัมพันธ์ของรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า รายการปริมาณงานที่มีค่าการกระจายของข้อมูลสูงสุด คือ รายการปริมาณเนื้องานงานดินถม ทั้งงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ดังนี้ จากการศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าปริมาณงานดินถมมีค่าความผันแปรสูง อันเนื่องมาจากปริมาณงานดินถมมีผลกระทบโดยตรงมาจาก สภาพภูมิประเทศ ที่ตั้งโครงการ เส้นชั้นความสูงบริเวณก่อสร้าง และระยะทางที่ผ่านภูมิประเทศต่างๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณเนื้องานดินถมผันแปรไป ดังนั้นการกระจายของค่าเฉลี่ยของข้อมูลจึงมีค่าสูง

เนื่องจากการหาสัดส่วนรายการงานเป็นการหาจากการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด จึงส่งผลทำให้เกิดการกระจายสะสมเพิ่มมากขึ้น ตามลำดับ จากปัญหาดังกล่าวนี้แนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อปรับปรุงข้อมูลให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยลงในรายการปริมาณงานดินถม สามารถดำเนินการได้โดยการปรับปริมาณเนื้องานดินถมจากการหาค่าเฉลี่ยตามที่ตั้งโครงการที่ได้แบ่งออกเป็นภาคเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดของรายการงานดินถมทั่วประเทศ ซึ่งได้กล่าวไว้โดยละเอียด ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.6.1 โดยแสดงค่าสัดส่วนเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไว้ในตารางที่ 4.3 จ และ 4.4 จ เพื่อใช้ในการปรับปริมาณเนื้องานดินถม สำหรับงานทางทั้งสองประเภท ตามลำดับ

## 4.2 ผลการศึกษาพัฒนาแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและแบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงของงานก่อสร้างทาง

การศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและแบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงของงานก่อสร้างทางนั้น ได้ทดลองและศึกษาในหลายรูปแบบ เพื่อที่เปรียบเทียบหาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดกับงานก่อสร้างประเภทงานทางทั้งสองประเภท โดยแบ่งวิธีการในการสร้างแบบจำลอง ไว้ดังนี้

แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานของงานก่อสร้าง 2 วิธีการ

- แบบจำลองที่ 1 โดยการใช้วิธีการประมาณค่าเฉลี่ย (Average per Roadway Area)
- แบบจำลองที่ 2 โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression)

แบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง 1 วิธีการ

- แบบจำลองที่ 3 โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression)

สำหรับสาเหตุที่แบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงไม่ใช้แบบจำลองโดยการใช้วิธีการประมาณค่าเฉลี่ยนั้น เพราะว่าเนื่องจากการประมาณโดยวิธีการค่าเฉลี่ยเป็นการประมาณบนพื้นฐานตัวแปรเพียงหนึ่งตัวแปร คือ พื้นที่ผิวจราจร ซึ่งเมื่อใช้วิธีค่าเฉลี่ยกับราคาค่างานก่อสร้างมีความแปรปรวนของข้อมูลสูง จนไม่สามารถสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงที่ใช้วิธีการค่าเฉลี่ยนี้ ที่จะให้ความถูกต้องแม่นยำที่เหมาะสม

แบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองนั้น ใช้ในการหาตัวแปรตามโดยแบ่งแยกตามแบบจำลอง ได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ยและโดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามลำดับ มีตัวแปรตามทั้งสิ้น 15 ตัวแปร ได้แก่

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง

1. ปริมาณเนื้องานดินถม
2. ปริมาณเนื้องานทรายถม
3. ปริมาณเนื้องานพื้นทาง
4. ปริมาณเนื้องานผิวจราจรแอสฟัสท์
5. ปริมาณเนื้องานผิวจราจรคอนกรีต
6. สัดส่วนมูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลักต่อมูลต่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

7. ปริมาณเนื้องานสะพาน
8. ปริมาณเนื้องานท่อระบายน้ำ
9. ปริมาณเนื้องานท่อเหลี่ยม
10. ปริมาณเนื้องานพื้นแบริ่งยูนิด
11. สัดส่วนมูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลักต่อมูลค่างานหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด

หมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง

12. สัดส่วนมูลค่างานระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่อผลรวมมูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง กับหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
13. สัดส่วนมูลค่างานระบบการจราจรต่อผลรวมมูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง กับหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
14. สัดส่วนมูลค่างานส่วนประกอบงานทางต่อผลรวมมูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง กับหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
15. สัดส่วนมูลค่างานระบบและส่วนประกอบงานทางทั้งหมดต่อผลรวมมูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง กับหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

แบบจำลองที่ 3 ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน มีตัวแปรตามทั้งสิ้น 9 ตัวแปรตาม ได้แก่

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง

1. ราคาค่าก่อสร้างงานดินถม
2. ราคาค่าก่อสร้างทรายถม
3. ราคาค่าก่อสร้างงานพื้นทาง
4. ราคาค่าก่อสร้างงานผิวจราจรแอสฟัสท์
5. ราคาค่าก่อสร้างงานผิวจราจรคอนกรีต

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

6. ราคางานก่อสร้างงานสะพาน
7. ราคางานก่อสร้างงานท่อระบายน้ำ
8. ราคางานก่อสร้างงานท่อเหลี่ยม
9. ราคางานก่อสร้างงานพื้นแบริ่งยูนิต

สำหรับสัดส่วนมูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลักต่อมูลค่างานในหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง สัดส่วนมูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลักต่อมูลค่างานในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และสัดส่วนของงานหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทางต่อผลรวมมูลค่าหมวดโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น ให้ใช้สัดส่วนที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 ค และ 4.4 ค ซึ่งเป็นข้อมูลราคาค่าก่อสร้างที่ได้ปรับค่าดัชนีต้นทุนแล้ว

แบบจำลองที่ 1 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ยของงานก่อสร้างทางประเภทงานทางแบบผิวจราจรแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณเนื้องานต่อพื้นที่ผิวจราจรแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ก – 4.1 ค และตารางที่ 4.2 ก – 4.2 ค ทั้งหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทางของทั้งงานทางประเภทงานทางแบบผิวจราจรแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็กตามลำดับ

แบบจำลองที่ 2 แบบจำลองในการประมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และ 4.7 โดยแยกเป็นประเภทงานทางแบบผิวจราจรแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ

แบบจำลองที่ 3 แบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.8 และ 4.9 โดยแยกตามประเภทของงานทางแบบผิวจราจรแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ

ตัวอย่างสำหรับการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างและราคาก่อสร้าง โดยแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง สำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ดังนี้

แบบจำลองที่ 1 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย

ปริมาณเนื้องานดินถม = (1.079)*(พื้นที่ผิวจราจร)

ปริมาณเนื้องานพื้นทาง = (0.226)*(พื้นที่ผิวจราจร)

แบบจำลองที่ 2 แบบจำลองในการประมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

ปริมาณเนื้องานดินถม = (0.4811)*X2 + (11375.399)*X3 -(44995.600)

ปริมาณเนื้องานพื้นทาง = (0.2020)*X2 + (18183.613)

โดยที่ X2 = พื้นที่ผิวจราจร : ตารางเมตร

X3 = ความกว้างเขตทางหลวง : เมตร

แบบจำลองที่ 1 และ แบบจำลองที่ 2 เป็นแบบจำลองสำหรับการประมาณปริมาณเนื้องาน ดังนั้นค่าที่ประมาณได้ยังไม่เป็นมูลค่างาน จึงจำเป็นต้องนำปริมาณเนื้องานที่ประมาณได้คูณกับราคาต่อหน่วยของเนื้องานนั้น จึงจะเป็นราคาค่างานก่อสร้างในเนื้องานดังกล่าว

แบบจำลองที่ 3 แบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

ต้นทุนค่าก่อสร้างงานดินถม = (99.430)*X2 - (1256655.453)

ต้นทุนค่าก่อสร้างงานพื้นทาง = (77.970)*X2 + (8582601.694)

โดยที่ X2 = พื้นที่ผิวจราจร : ตารางเมตร

สำหรับค่าที่ได้จากแบบจำลองที่ 3 เป็นการประมาณค่างานก่อสร้างของงานในรายการนั้นๆ โดยตรง โดยไม่ต้องนำค่าที่ประมาณได้ไปคูณกับราคาต่อหน่วย

## 4.3 ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างและแบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง

ในการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง ในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง โดยการประมาณจากแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานแล้วคูณด้วยราคาต่อหน่วยของงานรายการนั้นๆ กับแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง

โดยทำการทดสอบกับข้อมูล 2 ชุด คือ ข้อมูลโครงการที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง และข้อมูลโครงการใหม่ที่ไม่ได้ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง ส่วนการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองนั้น ใช้วิธีผลรวมกำลังสองที่น้อยที่สุด (Least Sum of the Squares) ของค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ซึ่งหมายถึง การเปรียบเทียบผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลโครงการที่ทดสอบที่น้อยที่สุด แบบจำลองที่มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดแสดงว่าแบบจำลองนั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

4.3.1 ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองกับข้อมูลโครงการที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง

การทดสอบความคลาดเคลื่อนนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.10 และ 4.11 โดยตารางที่ 4.10 ก – 4.10 ฉ แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีปริมาณเฉลี่ย ตารางที่ 4.10 ช – 4.10 ฑ แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนโดยปริมาณ ส่วนตารางที่ 4.10 ฒ – 4.10 ต แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน สำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ส่วนตารางที่ 4.11 ก – 4.11 ต แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองของงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ

การเปรียบเทียบแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง ดำเนินการเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีผลรวมกำลังสองที่น้อยที่สุด (Least Sum of the squares) ที่เป็นค่าผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลราคาโครงการจริง และวิธีการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงสุดสำหรับกรณีที่มีจำนวนข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบไม่เท่ากัน โดยเปรียบเทียบงานในหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง และมูลค่างานก่อสร้างทั้งโครงการ ทั้งงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

4.3.1.1 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณเนื้องานและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง สำหรับงานก่อสร้างทางประเภทงานทางแบบผิวจราจรแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ราคางานก่อสร้างที่ประมาณได้จากแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง พบว่าแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือ มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความเคลื่อนเท่ากับ 1,174 และใกล้เคียงกันกับแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย ซึ่งที่ค่าเท่ากับ 993 และแบบจำลองที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ได้แก่ แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน โดยค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนของงานในหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง มีค่าเท่ากับ 5,881

หมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ยและโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน มีการวัดปริมาณเนื้องานที่เหมือนกันจึงทำให้ค่าผลรวมกำลังสองเท่ากัน คือ มีค่าเท่ากับ 2,147 โดยที่แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน มีค่าเท่ากับ 2,221 จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ใกล้เคียงกัน โดยหากพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของช่วงความคลาดเคลื่อนสูงสุดถึงต่ำสุดแล้ว สำหรับข้อมูลแต่ละโครงการที่นำมาทดสอบในแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง มีดังนี้ แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีปริมาณเฉลี่ยและโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนโดยปริมาณ ทั้ง 2 แบบจำลองมีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –12 ถึง 27 เปอร์เซ็นต์ และ –15 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าเท่ากับ –13 ถึง 31 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง พบว่าช่วงค่าความคลาดเคลื่อนนี้ มีลักษณะแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับค่าผลรวมกำลังสองในแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง

สำหรับงานหมวดระบบและส่วนประกอบงานทางในงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต พบว่าในแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับสูงมาก แต่มีพิจารณาในรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองแล้วพบว่า ข้อมูลโครงการที่ AC-11 มีสัดส่วนมูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานต่อมูลค่าผลรวมของงานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง กับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กต่ำมาก คือ มีค่าเท่ากับ 0.03047 หรือน้อยกว่าสัดส่วนมูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานต่อมูลค่าผลรวมของงานหมวดโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยเฉลี่ยทั้งหมดประมาณ 325 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการทดสอบค่าความเคลื่อนของงานในหมวดนี้ จึงจำเป็นต้องตัดผลการทดสอบของข้อมูลโครงการ AC-11 ออกไป เพื่อความถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองส่วนอื่นทั้งหมด พบว่า แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานทั้ง 2 แบบจำลองมีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –35 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน และมีค่าเท่ากับ –35 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง พบว่าช่วงค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าใกล้เคียงกันและมีลักษณะแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันในแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง เช่นเดียวกันกับหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

เมื่อพิจารณามูลค่างานก่อสร้างทั้งโครงการสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 783 และมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ประมาณได้จากแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย ที่มีค่าเท่ากับ 1,026 และค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนที่สูงที่สุด เป็นค่าที่ประมาณได้จากแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งมีค่าสูงถึง 3,860

หากพิจารณาช่วงค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองแล้วมีค่าดังนี้ แบบจำลองใช้ในการประมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยมีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ –13 ถึง 23 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย ที่มีค่าอยู่ระหว่าง –15 ถึง 21 เปอร์เซ็นต์ และแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงมีค่าเท่ากับ –16 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์

4.3.1.2 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณเนื้องานและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทางสำหรับงานก่อสร้างทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ราคางานก่อสร้างที่ประมาณได้จากแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง พบว่าแบบจำลองในการประมาณที่ใช้ในการประมาณเนื้องานก่อสร้างโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือ มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความเลื่อนเท่ากับ 2,066 ส่วนแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนของงานในหมวดโครงสร้างถนนและคันทางใกล้เคียงกัน คือ มีค่าเท่ากับ 7,862 และ 7,272 ตามลำดับ

หากพิจารณาช่วงค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง แล้วมีค่าดังนี้ แบบจำลองใช้ในการประมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย มีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ –40 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ที่มีค่าอยู่ระหว่าง –18 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ และแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง ซึ่งมีค่าเท่ากับ –31 ถึง 53 เปอร์เซ็นต์

หมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็กแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ยและโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีการวัดปริมาณเนื้องานที่เหมือนกัน จึงทำให้ค่าผลรวมกำลังสองเท่ากัน คือ มีค่าเท่ากับ 5,517 ซึ่งมีค่าสูงกว่าแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4,256 โดยหากพิจารณาค่าของช่วงความคลาดเคลื่อนเป็นดังนี้ แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานทั้ง 2 แบบจำลอง มีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –17 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน และมีค่าเท่ากับ –32 ถึง 29 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง

สำหรับงานหมวดระบบและส่วนประกอบงานทางในงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก พบว่าในแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับสูงมาก แต่มีพิจารณาในรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองแล้วพบว่า

ข้อมูลโครงการที่ RC-13 มีสัดส่วนมูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานต่อมูลค่าผลรวมของงานหมวดโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กต่ำมาก คือ มีค่าเท่ากับ 0.01136 หรือน้อยกว่าสัดส่วนมูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานต่อมูลค่าผลรวมของงานหมวดโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยเฉลี่ยทั้งหมดประมาณ 400 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการทดสอบค่าความเคลื่อนของงานในหมวดนี้จึงจำเป็นต้องตัดผลการทดสอบของข้อมูลโครงการ RC-13 ออกไป เพื่อความถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองส่วนอื่นทั้งหมด พบว่า แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานทั้ง 2 แบบจำลองมีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –74 ถึง 53 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน และมีค่าเท่ากับ –62 ถึง 139 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง

เมื่อพิจารณามูลค่างานก่อสร้างทั้งโครงการสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 1,461 ส่วนแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน และแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ใกล้เคียงกัน คือ มีค่าเท่ากับ 4,463 และ 5,426 ตามลำดับ

หากพิจารณาช่วงค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง มีค่าดังนี้ แบบจำลองใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย มีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –17 ถึง 23 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอย มีค่าอยู่ระหว่าง –18 ถึง 53 เปอร์เซ็นต์ และแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง มีค่าเท่ากับ –17 ถึง 38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ทำการสรุปผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง โดยแสดงไว้ในตารางที่ 4.11 ถ

4.3.2 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองกับข้อมูลโครงการใหม่ที่ไม่ได้ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงกับข้อมูลโครงการใหม่ที่ไม่ได้ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนี้ เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองสามารถใช้ได้กับโครงการทั่วไปที่ไม่ใช่โครงการที่เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองหรือไม่

การทดสอบความคลาดเคลื่อนนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.12 และ 4.13 โดยตารางที่ 4.12 ก – 4.12 ฉ แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีปริมาณเฉลี่ย ตารางที่ 4.12 ช – 4.12 ฑ แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนโดยปริมาณ

ส่วนตารางที่ 4.12 ฌ – 4.12 ต แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ส่วนตารางที่ 4.13 ก – 4.13 ต แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง ของงานทางผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามลำดับ

4.3.2.1 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณเนื้องานและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ยให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือ เท่ากับ 228 โดยมีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -8 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 585 และช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -10 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดีกว่าแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนที่มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 2,290 และช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -34 ถึง 1 เปอร์เซ็นต์

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก พบว่าแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานทั้ง 2 วิธีให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนดีกว่าแบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง ซึ่งมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 304 304 และ 734 ตามลำดับ ส่วนงานระบบและส่วนประกอบงานทางก็มีแนวโน้มของค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนไปในทิศทางเช่นเดียวกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน ดังนี้คือ 2,159 1,749 และ 2,347 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณามูลค่าทั้งโครงการแล้วพบว่าแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ย ให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ซึ่งเท่ากับ 205 และช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –7 ถึง 10 ซึ่งดีกว่าแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ที่ให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 230 และมีช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -11 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเท่ากับ 1,476 ช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -25 ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.3.2.2 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณเนื้องานและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงสำหรับงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

หมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด คือ เท่ากับ 120 โดยมีช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -3 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 268 และช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –8 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนที่มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1,445 และช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์

หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก พบว่าแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานทั้ง 2 วิธีให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนดีกว่าแบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง ซึ่งมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 436 436 และ 790 ตามลำดับ

ส่วนงานระบบและส่วนประกอบงานทางก็มีแนวโน้มของค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนไปในทิศทางเช่นเดียวกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้คือ 9,120 9,282 และ 28,611 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณามูลค่าทั้งโครงการแล้วพบว่า แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีค่าเฉลี่ยให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ซึ่งเท่ากับ 219 และช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง –9 ถึง 6 ซึ่งดีกว่าแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ที่ให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 240 และมีช่วงความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -12 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเท่ากับ 1,444 ช่วงค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -11 ถึง 29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งได้ทำการสรุปผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง โดยแสดงไว้ในตารางที่ 4.13 ถ

## 4.4 การประยุกต์ใช้งาน

การวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบหาความสัมพันธ์ของรายการงานต่างๆ ในหลายรูปแบบ ซึ่งเป็นการทดลองหาแนวทางที่เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปใช้งาน ความสัมพันธ์ของรายการงานในรูปแบบต่างๆ บางรูปแบบมีความคลาดเคลื่อนต่ำ บางรูปแบบมีความคลาดเคลื่อนสูง แต่ความสัมพันธ์ของรายการงานต่างๆเหล่านั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในสถานะการณ์ต่างๆกันตามความเหมาะสมและหากมีการพัฒนาในการหาความสัมพันธ์ของรายการงานต่างๆให้มีความคลาดเคลื่อนลดลง ก็จะทำให้สามารถนำข้อมูลความสัมพันธ์ของรายการงานต่างๆ ไปใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ข้อมูลความสัมพันธ์ของรายการงานต่างๆ ที่ได้จากการวิจัยนี้ ได้แก่

1. สัดส่วนของราคางานต่อราคางานทั้งหมดในหมวดงานต่างๆ ตามตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.4
2. แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างงานทางโดยวิธีค่าเฉลี่ย ตามตารางที่ 4.5

3. แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างงานทางโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามตารางที่ 4.6 และ 4.7
4. แบบจำลองในการประมาณราคาค่างานก่อสร้างงานทางโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามตารางที่ 4.8 และ 4.9

4.4.1 การประมาณราคางานก่อสร้างทาง โดยใช้แบบจำลองที่ได้พัฒนาในงานวิจัยครั้งนี้

สำหรับการประยุกต์ใช้งานของแบบจำลองที่ได้พัฒนาในการวิจัยครั้งนี้เท่าที่ได้ทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง แล้วนั้น พบว่าแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างโดยวิธีค่าเฉลี่ยและโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนโดยส่วนใหญ่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า แบบจำลองในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

แต่สำหรับการใช้งานของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง จึงขึ้นอยู่กับความเหมาะสมที่จะเลือกใช้งานตามประเภทของงานทาง ทั้งแบบงานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองในงานวิจัยนี้ได้แสดงวิธีการนำไปใช้ทั้ง 3 แบบจำลอง โดยใช้ตัวอย่างข้อมูลโครงการที่ AC-10 โดยแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง ได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.5 – 4.6 และตารางที่ 4.8 ตามลำดับ สำหรับงานทางผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.4.1.1 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างงานทางโดยวิธีปริมาณเฉลี่ย ตามตารางที่ 4.5

รายละเอียดข้อมูลโครงการที่ AC-10

ระยะทางรวม ($X_1$) = 25.525 กิโลเมตร
พื้นที่ผิวจราจรรวม ($X_2$) = 606,800 ตารางเมตร
ความกว้างเขตทาง ($X_3$) = 40.00 เมตร

- การหาปริมาณเนื้องานหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง (ตารางที่ 4.10 ก)

ปริมาณเนื้องานดินถม = (1.034)*(พื้นที่ผิวจราจร)
= 627,431.20 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณเนื้องานพื้นทาง = (0.226)*(พื้นที่ผิวจราจร)
= 137,136.80 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณผิวแอสฟัลต์ = (1.669)*(พื้นที่ผิวจราจร)
= 1,012,749.20 ตารางเมตร

อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด = 0.78769

- การหามูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทาง (ตารางที่ 4.10 ค)

จากบัญชีรายการปริมาณเนื้องาน (Bill of Quantity) หาราคาต่อหน่วยของรายการต่างๆได้ดังนี้

จากข้อมูลโครงการที่ AC-10 แสดงราคาต่อหน่วยไว้ดังนี้

งานดินถม = 86 บาท/ลูกบาศก์เมตร

งานพื้นทาง = 570 บาท/ลูกบาศก์เมตร

งานผิวแอสฟัลต์ = 100 บาท/ลูกบาศก์เมตร

ฉะนั้นมูลค่างานของรายการงานต่างๆ ของงานโครงสร้างถนนและคันทาง ดังนี้

มูลค่างานดินถม = 627,431.20*(86)

= 53,959,083 บาท

มูลค่างานพื้นทาง = 137,136.80 *(570)

= 78,167,976 บาท

มูลค่างานผิวแอสฟัลต์ = 1,012,749.20 *(100)

= 101,274,920 บาท

มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก = 53,959,083 +78,167,976 +101,274,920

= 233,401,979 บาท

มูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด = (มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก)/(อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยต่อมูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทาง)

= (233,401,979)/(0.78769)

= 296,311,974 บาท

- การหาปริมาณเนื้องานหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (ตารางที่ 4.10 ข) โดยวิธี

ก. ตรวจวัดปริมาณเนื้องานจากแบบก่อสร้าง

ข. ตรวจวัดปริมาณเนื้องานจากบัญชีปริมาณรายการงาน

จากการใช้วิธีตรวจวัดปริมาณเนื้องานจากแบบก่อสร้าง โครงการที่ AC-10 ได้ปริมาณเนื้องาน ดังนี้

ปริมาณเนื้องานสะพาน = 440 เมตร

ปริมาณเนื้องานท่อระบายน้ำ = 3,077 เมตร

อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด

= 0.78769

- การหามูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (ตารางที่ 4.10 ง)

จากการใช้วิธีค่าเฉลี่ยราคาต่อหน่วยจากข้อมูลโครงการทั้งหมด สามารถหาราคาต่อหน่วยของงานรายการต่างๆได้ดังนี้

งานสะพาน = 82,000 บาท/เมตร

งานท่อระบายน้ำ = 1,978 บาท/เมตร

ฉะนั้นมูลค่างานของรายการงานต่าง ๆ ของงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนี้

มูลค่างานสะพาน = 440*(82,000)

= 36,080,000 บาท

มูลค่างานท่อระบายน้ำ = 3,077*(1,978)

= 6,086,306 บาท

มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก = 36,080,000 +6,086,306

= 42,166,306 บาท

มูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด = (มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก)/(อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

= (42,166,306)/(0.79696)

= 52,908,936 บาท

- มูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง ( ตารางที่ 4.10 จ)

มูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทางทั้งหมด =

(ส่วนสัดมูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง)*

(ผลรวมมูลค่างานหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

= (0.09902)*( 296,311,974 + 52,908,936)

= 34,579,856 บาท

- หามูลค่างานก่อสร้างทั้งโครงการ (ตารางที่ 4.10 ฉ)

| | | |
|---|---|---|
| มูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง | = | 296,311,974 บาท |
| มูลค่างานหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก | = | 52,908,936 บาท |
| มูลค่างานหมวดงานระบบ,ส่วนประกอบงานทาง | = | 34,579,856 บาท |
| รวมมูลค่างานก่อสร้างทางทั้งหมด | = | 383,800,766 บาท |
| มูลค่าจริงตามข้อมูลโครงการ AC-10 | = | 433,462,850 บาท |
| ร้อยละของความคลาดเคลื่อน | = | - 11.46 |

4.4.1.2 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างงานทางโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามตารางที่ 4.6

รายละเอียดโครงการที่ AC-10 ได้แสดงไว้ทั้งหมดแล้วในตัวอย่างข้างต้น สำหรับแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องาน

- การหาปริมาณเนื้องานหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทาง (ตารางที่ 4.10 ช)

ปริมาณเนื้องานดินถม = $0.4811*X_2 + 11,375.399*X3 – 144,995.600$

= 601,952 ลูกบาศก์เมตร

= (1.094)*601,952 (ค่าปรับแก้สถานที่ตั้ง)

= 658,535 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเนื้องานพื้นทาง = $0.2020*X_2 + 18,183.613$

= 140,757 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณผิวแอสฟัลต์ = $-8,923.872*X_1 + 2.136*X_2 + 63,372.007$

= 1,131,715 ตารางเมตร

อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด = 0.78769

- การหามูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทาง (ตารางที่ 4.10 ญ)

ฉะนั้นมูลค่างานของรายการงานต่าง ๆ ของงานโครงสร้างถนนและคันทาง ดังนี้

มูลค่างานดินถม = 658,535*(86)

= 56,634,010 บาท

มูลค่างานพื้นทาง = 140,757*(570)

= 80,231,490 บาท

มูลค่างานผิวแอสฟัลต์ = 1,131,715*(100)

= 113,171,500 บาท

มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก = 56,634,010+80,231,490+113,171,500

= 250,037,000 บาท

มูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด = (มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก)/(อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยต่อมูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทาง)

= (250,037,000)/(0.78769)

= 317,430,715 บาท

- การหาปริมาณเนื้องานหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (ตารางที่ 4.10 ฌ)

ปริมาณเนื้องานสะพาน = 440 เมตร

ปริมาณเนื้องานท่อระบายน้ำ = 3,077 เมตร

อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด

= 0.78769

- การหามูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (ตารางที่ 4.10 ฎ)

จากบัญชีรายการปริมาณเนื้องาน (Bill of Quantity) หาราคาต่อหน่วยของรายการต่าง ๆได้ดังนี้ จากข้อมูลโครงการที่ AC-10

งานสะพาน = 78,000 บาท/เมตร

งานท่อระบายน้ำ = 2,180 บาท/เมตร

ฉะนั้นมูลค่างานของรายการงานต่าง ๆ ของงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนี้

มูลค่างานสะพาน = 440*(78,000)

= 34,320,000 บาท

มูลค่างานท่อระบายน้ำ = 3,077*(2,180)

= 6,707,860 บาท

มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก = 34,320,000+6,707,860

= 41,027,860 บาท

มูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด = (มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก)/(อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

= (41,027,860)/(0.79696)

= 51,480,451 บาท

- มูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง ( ตารางที่ 4.10 ฐ)

มูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทางทั้งหมด =

(ส่วนสัดมูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง)*

(ผลรวมมูลค่างานหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

= (0.09902)*(317,430,715 + 51,480,451)

= 36,529,584 บาท

- หามูลค่างานก่อสร้างทั้งโครงการ (ตารางที่ 4.10 ฑ)

| | | |
|---|---|---|
| มูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง | = | 317,430,715 บาท |
| มูลค่างานหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก | = | 51,480,451 บาท |
| มูลค่างานหมวดงานระบบ,ส่วนประกอบงานทาง | = | 36,529,584 บาท |
| รวมมูลค่างานก่อสร้างทางทั้งหมด | = | 405,440,750 บาท |
| มูลค่าจริงตามข้อมูลโครงการ AC-10 | = | 433,462,850 บาท |
| ร้อยละของความคลาดเคลื่อน | = | - 6.47 |

4.4.1.3 แบบจำลองในการประมาณราคาค่างานก่อสร้างงานทางโดยตรงโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามตารางที่ 4.8

รายละเอียดข้อมูลโครงการที่ AC-10

| | |
|---|---|
| ระยะทางรวม ($X_1$) | = 25.525 กิโลเมตร |
| พื้นที่ผิวจราจรรวม ($X_2$) | = 606,800 ตารางเมตร |
| ความกว้างเขตทาง ($X_3$) | = 40.00 เมตร |
| ความยาวสะพานรวม ($X_4$) | = 440 เมตร |
| ความยาวงานท่อระบายน้ำ ($X_5$) | = 3,077 เมตร |

มูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง (ตารางที่ 4.10 ฒ)

ต้นทุนค่าก่อสร้างงานดินถม = $99.430*X_2 - 1,256,655.453$

= 99.430*(606,800) - 1,256,655.453

= 59,077,469 บาท*(ค่าปรับแก้สถานที่ตั้ง)

= 59,077,469*(0.723)

= 42,713,010 บาท

ต้นทุนค่าก่อสร้างงานพื้นทาง = $77.970*X_2 + 8,582,601.694$

= $77.970*(606,800) + 8,582,601.694$

= 55,894,798 บาท

ต้นทุนค่าก่อสร้างงานแอสฟัลต์ = $140.910*X_2 - 3,943,787.128$

= $140.910*(606,800) - 3,943,787.128$

= 81,560,400 บาท

มูลค่าต้นทุนงานที่เป็นปัจจัยหลัก = 42,713,010+55,894,798 + 81,560,400

= 180,168,208 บาท

มูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทางทั้งหมด = (มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก)/(อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยต่อมูลค่างานโครงสร้างถนนและคันทาง)

= (180,168,208)/(0.77749)

= 231,730,579 บาท

- การหามูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (ตารางที่ 4.10 ฌ)

ต้นทุนค่าก่อสร้างงานสะพาน = $62,151.164*X4 - 33,542.992$

= $62,151.164*(440) - 33,542.992$

= 27,312,969 บาท

ต้นทุนค่าก่อสร้างงานท่อระบายน้ำ = $1,762.954*X5 - 396,039.883$

= 5,028,570 บาท

มูลค่าต้นทุนงานที่เป็นปัจจัยหลัก = 27,312,969 +5,028,570

= 32,341,539 บาท

มูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด = (มูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลัก)/(อัตราส่วนมูลค่างานปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

= (32,341,539)/(0.77749)

= 41,597,370 บาท

- มูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง ( ตารางที่ 4.10 ฌ)

มูลค่าต้นทุนหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทางทั้งหมด = (ส่วนสัดมูลค่าหมวดงานระบบและส่วนประกอบงานทาง)* (ผลรวมมูลค่างานหมวดงานโครงสร้างถนนและคันทางกับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

= (0.09594)*( 231,730,579 + 41,597,370)

= 26,223,083 บาท

- หามูลค่าต้นทุนงานก่อสร้างทั้งโครงการ (ตารางที่ 4.10 ฌ)

มูลค่างานหมวดโครงสร้างถนนและคันทาง = 231,730,579 บาท

มูลค่างานหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก = 41,597,370 บาท

มูลค่างานหมวดงานระบบ,ส่วนประกอบงานทาง = 26,223,083 บาท

| | | |
|---|---|---|
| รวมมูลค่าต้นทุนงานก่อสร้างทางทั้งหมด | = | 299,551,032 บาท |
| ปรับค่าดัชนีต้นทุน (ตารางที่ 3.1 ง) | = | 0.7231 |
| รวมมูลค่างานก่อสร้างทางทั้งหมด | = | (322,407,977)/(0.7231) |
| รวมมูลค่างานก่อสร้างทางทั้งหมด | = | 414,259,483 บาท |
| มูลค่าจริงตามข้อมูลโครงการ AC-10 | = | 433,462,850 บาท |
| ร้อยละของความคลาดเคลื่อน | = | - 4.43 |

สำหรับการปรับค่าดัชนีต้นทุนในการนำไปใช้งานของแบบจำลองนี้ ให้คิดเฉพาะค่า K และค่า Factor F เท่านั้น โดยไม่ต้องคิดส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณงานรวมเข้าไปด้วย แต่ที่ได้แสดงในตัวอย่างเป็นการแสดงการประมาณราคาค่าก่อสร้างของข้อมูลโครงการที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัยนี้ เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการประมาณราคาจากแบบจำลองกับราคาค่าก่อสร้างจริงให้ใกล้เคียงที่สุด

## 4.5 ผลการศึกษาแนวทางในการพิจารณาเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรง

จากการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยตรงนั้น ในหัวข้อ 4.4 พบว่ามีความคลาดเคลื่อนสูงในงานบางรายการ ซึ่งควรได้รับการพัฒนาให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น แนวทางในการพัฒนาเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสามารถสรุปได้ ดังนี้

### 4.5.1 มาตรฐานการวัดปริมาณเนื้องาน (Standard of Measurement)

เนื่องจากการวัดปริมาณเนื้องานของงานก่อสร้างทาง บางรายการงานสามารถทำการตรวจวัดได้อย่างละเอียดและมีความแม่นยำสูง ดังกรณีงานในหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริม ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดตามปริมาณเนื้องานหน่วยผลิตผลสำเร็จโดยตรง ซึ่งสามารถตรวจวัดได้โดยง่ายและมีความถูกต้องมาก แต่สำหรับงานบางรายการไม่สามารถตรวจวัดปริมาณเนื้องานได้โดยวิธีการตรวจวัดอย่างง่ายดังกล่าว เช่น รายการงานปริมาณเนื้องานดินถมและปริมาณเนื้องานทรายถม เป็นต้น เนื่องจากเป็นรายการงานที่ปริมาณเนื้องานแปรเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิประเทศ เส้นชั้นความสูง และที่ตั้งของโครงการ ดังนั้นความผิดพลาดในตรวจวัดปริมาณเนื้องานจึงเกิดขึ้นมาก จึงสรุปได้ว่าสาเหตุของความคลาดเคลื่อนของการตรวจวัดปริมาณเนื้องานเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ กรณีแรกเกิดจากผู้ถอดแบบเอง เนื่องจากบางครั้งผู้ถอดแบบขาดความเข้าใจแบบก่อสร้าง ขาดประสบการณ์ในการถอดแบบงานทาง บางครั้งก็ขาดความชำนาญในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเนื้องาน ซึ่งสาเหตุทั้งหลายเหล่านี้ มักจะทำให้การตรวจวัดปริมาณเนื้องานเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ส่วนกรณีที่สอง ก็คือ วิธีการวัดปริมาณเนื้องานและการเผื่อความเสียหาย

ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันในวิธีการตรวจวัดปริมาณเนื้องานอยู่มาก ดังนั้นหากมีการใช้มาตรฐานสำหรับการตรวจวัดเนื้องานซึ่งแสดงวิธีการคิดปริมาณเนื้องานต่าง ๆและการเผื่อเสียหายให้อยู่บนมาตรฐานเดียวกัน และใช้ผู้ถอดแบบที่มีความรู้ความเข้าใจ มีประสบการณ์ ก็จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในส่วนนี้หมดไป

4.5.2 การแบ่งประเภทงาน

การแบ่งประเภทงานทาง หมายถึง การจัดกลุ่มงานทางที่มีลักษณะคล้ายกันทั้งด้านโครงสร้างถนนและองค์ประกอบงานทาง ซึ่งหากสามารถแบ่งกลุ่มให้มีความละเอียดมาก ก็จะลดค่าคลาดเคลื่อนในการประมาณเนื้องานและราคาค่าก่อสร้างลงได้

ดังเช่นกรณีในงานวิจัยนี้ ได้แบ่งงานทางออกเป็น 2 ประเภทงานทาง คือ งานทางประเภทผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและงานทางประเภทผิวจราจรแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยแบ่งตามลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นผิวจราจรเป็นหลัก หากสามารถแบ่งงานทางให้แต่ละประเภทมีความละเอียดเพิ่มมากขึ้น เช่น แบ่งตามคุณภาพชั้นงานทาง และจำนวนช่องจราจร เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ได้แบบจำลองที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น ย่อมทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคาค่าก่อสร้างลดลงได้

แต่สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ได้พิจารณาการแบ่งประเภทงานทางด้วยข้อจำกัดของจำนวนข้อมูลโครงการที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ หากต้องการความละเอียดในการแบ่งประเภทงานทางมากเท่าใดแล้วพบว่า นอกจากจะมีข้อดีที่เพิ่มความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลองแล้ว แต่ก็มีข้อเสียตามมาเช่นกัน กล่าวคือ จำนวนข้อมูลในแต่ละประเภทงานทางจะมีจำนวนลดน้อยลง อาจเป็นผลทำให้การหาความสัมพันธ์เกิดความคลาดเคลื่อนไป อันเนื่องจากจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป

4.5.3 รายละเอียดข้อมูลโครงการ

ตามที่กล่าวมาแล้วในเรื่องข้อจำกัดในการรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นหากมีการเตรียมการเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการเพิ่มเติมในรายละเอียดข้อมูลบางประการของโครงการ เช่น แบบก่อสร้าง มาตรฐานแบบก่อสร้างกรมทางหลวง เป็นต้น จะทำให้ได้ทราบถึงแนวทางที่จะทำการวิจัยให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น และแบบจำลองที่พัฒนาได้จะสามารถประมาณปริมาณเนื้องานและราคาค่าก่อสร้างได้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

จากผลการวิจัยในบทนี้ พบว่าข้อมูลต่าง ๆที่ได้จากการวิจัยนี้มีประโยชน์ในการนำไปใช้ใช้งานในสถานการณ์ต่าง ๆ และแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้าง มีระดับความแม่นยำสามารถยอมรับความคลาดเคลื่อนได้ เมื่อได้เปรียบเทียบกับข้อมูลราคาค่าก่อสร้างจริง และได้วิเคราะห์หาแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างให้มีความคลาดเคลื่อนลดลง