บทที่ 5

การประมาณเวลาการเดินทาง

การประมาณเวลาการเดินทางในบทนี้ เป็นกระบวนการประมาณเวลาการเดินทางแบบ Offline ก็คือการทดสอบวิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางด้วยชุดข้อมูลที่สมบูรณ์ เพื่อใช้ในการพิจารณาผลของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากแต่ละวิธี ก่อนตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมไปพัฒนาประยุกต์ใช้ในการหาค่าเวลาการเดินทางแบบทันกาลในบทต่อไป โดยข้อมูลความเร็วพื้นฐานที่ได้จากสถานีสำรวจค่าการจราจรนั้น มีอยู่ 2 รูปแบบอันได้แก่ความเร็วแบบ SMS และ TMS ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีผลต่อการประมาณเวลาการเดินทางแต่ละวิธีที่ใช้ข้อมูลความเร็วดังกล่าว และทำให้ความเหมาะสมของวิธีการที่เลือกนำมาใช้แตกต่างกันไปตามแต่ละสถานการณ์ ดังนั้นเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจและป้องกันความสับสนของเนื้อหา จึงได้แบ่งหัวข้อดังนี้

การศึกษาที่ใช้ข้อมูล SMS ในการคำนวณ

- การประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทาง (ข้อมูล SMS)
- การประมาณเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง (ข้อมูล SMS)
- การวิเคราะห์และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม (ข้อมูล SMS)

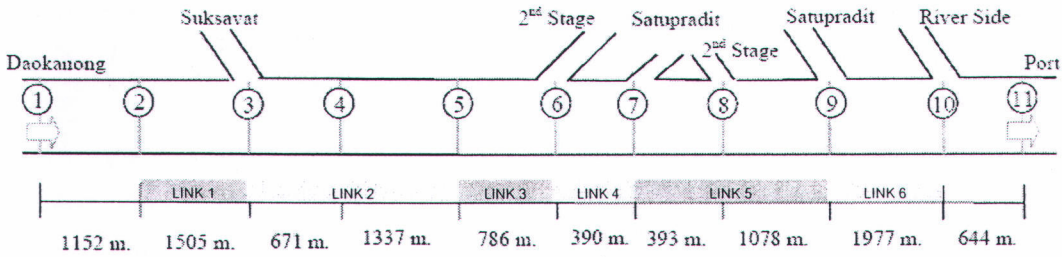
การศึกษาที่ใช้ข้อมูล TMS ในการคำนวณ

- การประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทาง (ข้อมูล TMS)
- การประมาณเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง (ข้อมูล TMS)
- การวิเคราะห์และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม (ข้อมูล TMS)

โดยจะสรุปถึงแนวทางการเลือกใช้ข้อมูล SMS และ TMS ในการประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมในตอนท้ายของบท

5.1 การประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทาง (ข้อมูล SMS)

จากตำแหน่งสถานีสำรวจสามารถกำหนดช่วงทางในการศึกษา ได้ดังรูปที่ 5.1

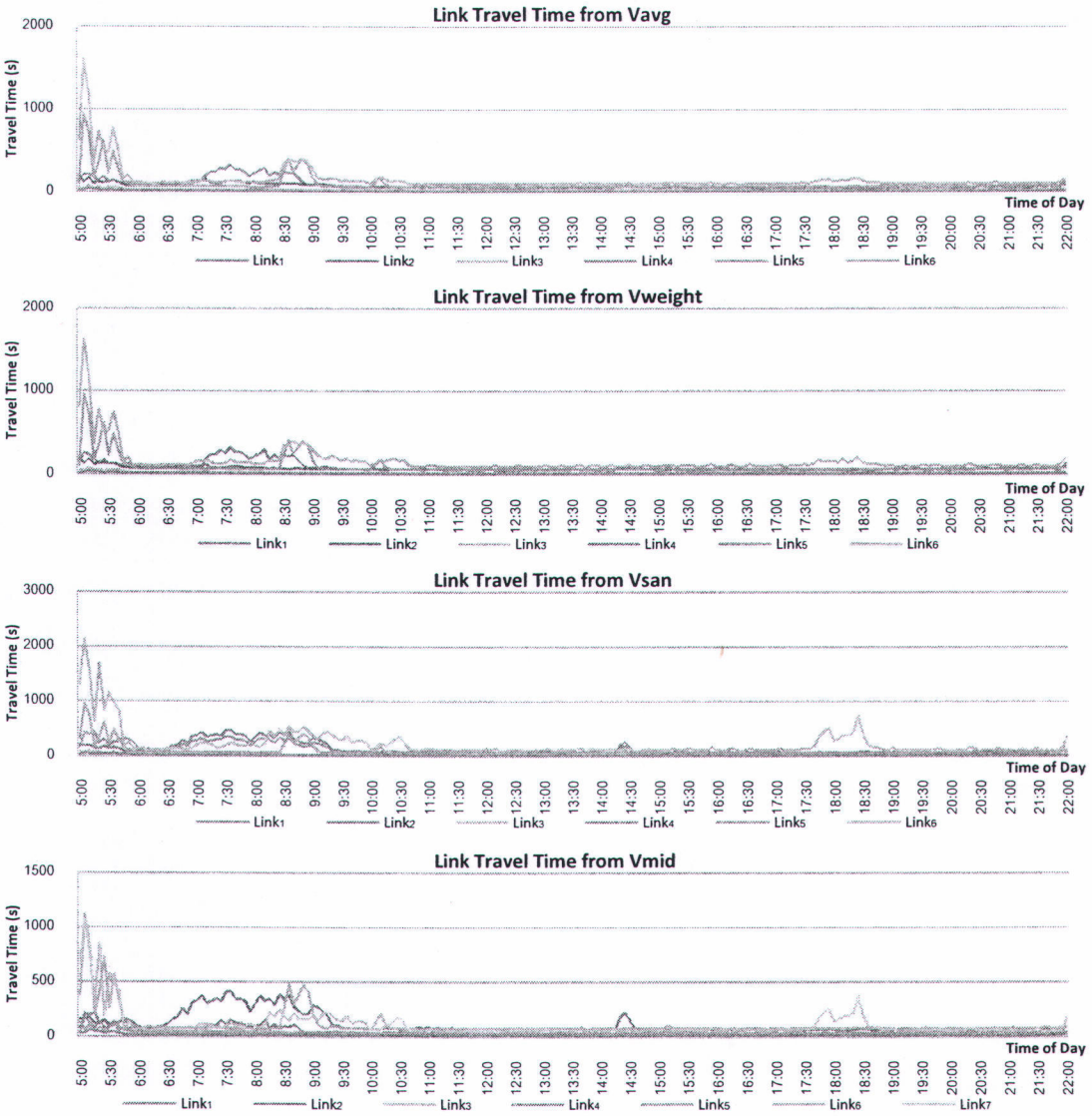


รูปที่ 5.1 รายละเอียดการกำหนดช่วงทาง

ทำการประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทางด้วยความเร็วรูปแบบต่างๆ ดังที่ได้กล่าวถึงรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 ซึ่งได้แก่

- วิธี Vavg หาเวลาการเดินทางจากค่าความเร็วเฉลี่ย
- วิธี Vweight หาเวลาการเดินทางจากค่าความเร็วโดยการถ่วงน้ำหนักจากปริมาณการจราจร
- วิธี Vsan หาเวลาการเดินทางจากวิธีซานอันโตนิโอโดยใช้ความเร็วที่ต่ำในการคำนวณ
- วิธี Vmid หาเวลาการเดินทางจากวิธีความเร็วที่จุดกึ่งกลางถนน

ผลวิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางบนช่วงทางด้วยรูปแบบความเร็วทั้ง 4 วิธี จากข้อมูลความเร็ว SMS ของสถานีสำรวจดังรูปที่ 5.2 พบว่ามีรูปแบบของค่าเวลาการเดินทางในแต่ละช่วงทาง ไปในทิศทางเดียวกัน คือมีการใช้เวลาการเดินทางที่สูงและแปรปรวนในช่วงเวลา 5:00 น. ที่มีฝนตก และช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเวลาประมาณ 6:00-10:00 น.ที่มีปริมาณการจราจรขาเข้าเมืองหนาแน่น ส่วนช่วงนอกเวลาดังกล่าวนั้นค่าที่ประมาณได้จากแต่ละวิธีค่อนข้างจะใกล้เคียงกันตลอดเวลา



รูปที่ 5.2 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาการเดินทางบนช่วงทางในแต่ละวิธี (SMS)

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบเวลาการเดินทางบนช่วงทางที่ประมาณได้ ตามข้อมูลลักษณะช่วงทางที่ปรากฏดังรูปที่ 5.3 พบว่า

ค่าเวลาการเดินทางที่คำนวณจากความเร็ว 4 วิธีการ วิธี Vavg และ V weight มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันมากในทุกช่วงเวลาโดยสังเกตได้จากรูปแบบการเพิ่มลดของค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้ในแผนภูมิ โดยใช้เวลาการเดินทางที่ค่อนข้างสูงชัดเจนในช่วงทางที่ 5 และ 6 หรือระหว่างสถานี 7, 9 และ 10 นั่นเอง ส่วนวิธีการ Vsan และ Vmid สามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางบนช่วงทางได้สูงกว่า 2 วิธีการแรก โดยเห็นได้ชัดในช่วงทางและช่วงเวลาที่

ยานพาหนะใช้เวลาการเดินทางที่มากกว่าปกติ เช่น ช่วงเวลาฝนตกและช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า รวมไปถึงช่วงทางทีช่วงที่ 6 หรือในช่วงปลายทางของเส้นทางนั่นเอง

ช่วงทาง 1 และ 2 เวลาการเดินทางที่ประมาณได้เพิ่มขึ้นในระดับหนึ่งในช่วงเวลาเร่งด่วนและฝนตก โดยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวิธีการ Vavg และ Vweight แต่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในวิธีการ Vsan โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาเร่งด่วนของช่วงทางที่ 2 วิธี Vsan มีค่าการประมาณที่ได้สูงมากอันอาจเนื่องมาจากเป็นการใช้ค่าความเร็วที่สถานีที่ 2 โดยตรงซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นทางขึ้นของทางพิเศษ ที่มีปริมาณการจราจรเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลาเร่งด่วนและสภาพของถนนที่เป็นช่วงของการรวมช่องจราจรจาก 5 ช่องทางบริเวณทางขึ้นรวมลดลงเหลือ 3 ช่องทาง จึงส่งผลกระทบให้ยานพาหนะใช้ความเร็วต่ำลง อีกทั้งเป็นช่วงถนนที่ยาว และมีสะพานพระราม 9 อยู่ในช่วงดังกล่าวจึงค่อนข้างจะทำให้เกิดความแตกต่างของความเร็วการจราจรบนช่วงถนน ส่งผลให้ใช้เวลาการเดินทางเพิ่มมากขึ้น

ช่วงทาง 3 **และ** 4 เวลาการเดินทางที่ประมาณได้ค่อนข้างจะคงที่ โดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นบ้างเล็กน้อยบางช่วงเวลา ในทุกวิธีการประมาณ อันเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวอยู่ในช่วงสถานีที่ 5, 6 และ 7 ซึ่งเป็นช่องทางปกติ ช่วงกลางของเส้นทางมีช่องทางออกจากทางพิเศษจึงทำให้สภาพการจราจรค่อนข้างคล่องตัว ใช้ความเร็วได้สูง และเป็นช่วงทางที่มีระยะทางสั้น ดังนั้นจึงใช้เวลาการเดินทางที่ต่ำและค่อนข้างคงที่กว่าช่วงทางอื่นๆ

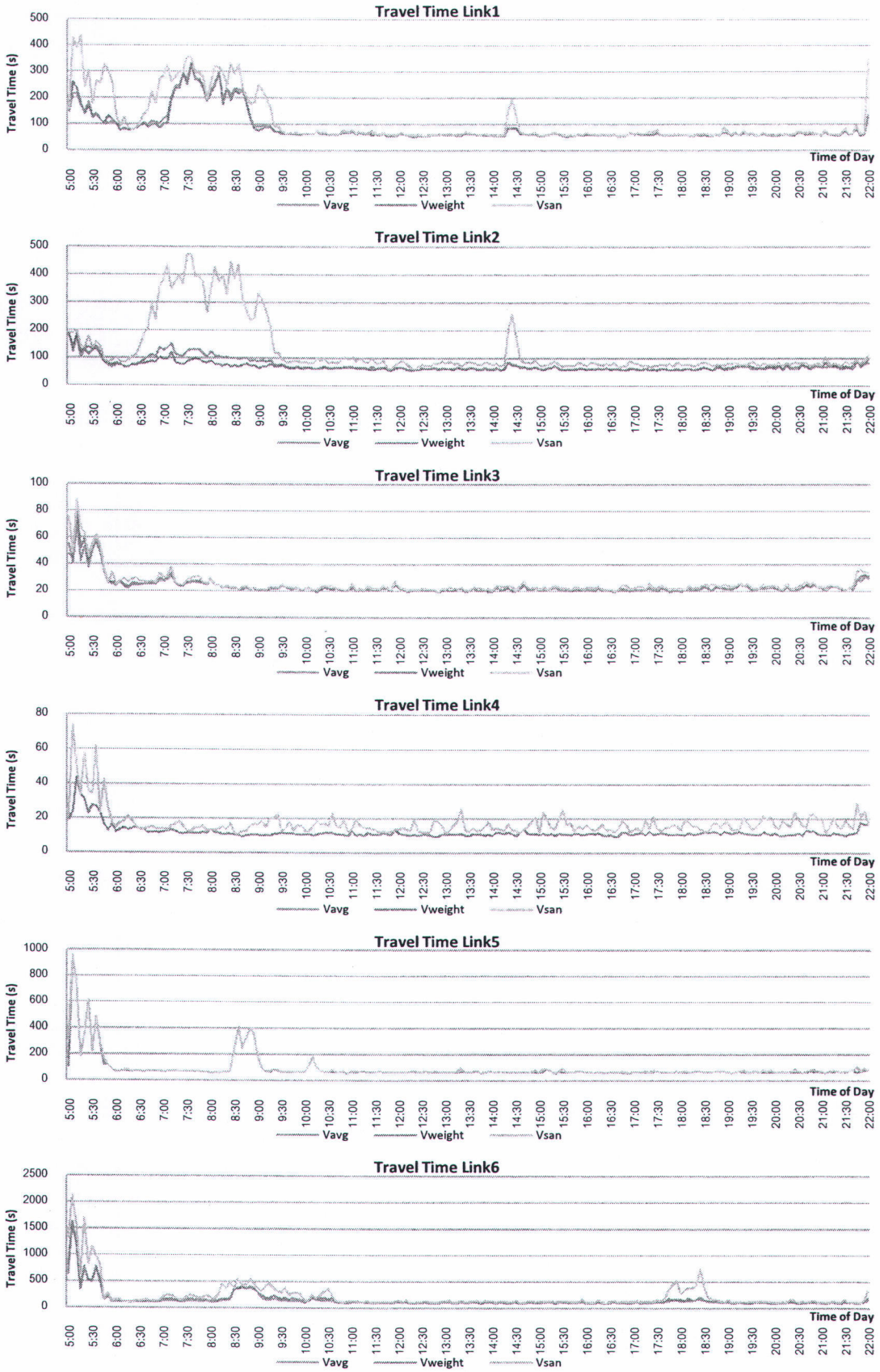
สุดท้ายใน **ช่วงทาง** 5, 6 **และ** 7 ซึ่งเป็นช่วงทางที่ค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้เพิ่มขึ้นสูงมากในช่วงเวลาเร่งด่วนและฝนตก อันเนื่องมาจากอยู่บริเวณสถานี 9 และ 10 ซึ่งเป็นบริเวณทางขึ้นทางด่วนและทางออกปลายทางของเส้นทางจึงส่งผลกระทบต่อความเร็วที่ใช้ ทั้งจากยานพาหนะที่เข้าสู่ระบบ และจากท้ายแถวของการจราจรในบริเวณทางลงดังกล่าวนั่นเอง

สรุปสภาพของช่วงทางที่ส่งผลกระทบถึงวิธีการประมาณเวลาการเดินทางจากการพิจารณาแผนภูมิเปรียบเทียบเวลาการเดินทางแต่ละวิธีบนช่วงทางต่างๆ ได้ดังนี้

ช่วงทาง 1 และ 2 อยู่บริเวณช่วงต้นของพื้นที่ศึกษา ได้รับผลกระทบจากปริมาณการจราจรที่เข้ามาบริเวณทางขึ้นและลักษณะที่ทางหลักต้องชะลอความเร็วเมื่อมียานพาหนะเข้ามาในเส้นทางจากทางขึ้น อีกทั้งมีการรวมและลดจำนวนช่องจราจรลงบริเวณหลังทางขึ้น ส่งผลต่อความเร็วในการขับขี่ที่ถูกรบกวนทำให้ความเร็วต่ำลง จึงทำให้ค่าประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทางในทุกวิธีเพิ่มมากขึ้น โดยใช้เวลาการเดินทางสูงสุดแต่ละช่วงไม่เกิน 500 วินาที

ช่วงทาง 3 **และ** 4 อยู่บริเวณช่วงกลางของเส้นทาง มีทางออกจากทางพิเศษ ความเร็วของการจราจรบนช่วงดังกล่าวจึงค่อนข้างสูงและคงที่ ดังนั้นค่าประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทางในทุกวิธีจึงต่ำกว่าช่วงทางอื่น โดยใช้เวลาการเดินทางสูงสุดแต่ละช่วงไม่เกิน 100 วินาที

ช่วงทาง 5 **และ** 6 อยู่บริเวณช่วงปลายของเส้นทาง เป็นช่วงทางที่ได้รับผลกระทบจากทางขึ้น, การรวมช่องจราจร และการชะลอตัวของยานพาหนะก่อนออกสู่ทางออกบริเวณช่วงปลายของเส้นทาง ส่งผลให้ความเร็วในการขับขี่ถูกรบกวนและมีค่าความเร็วต่ำ จึงทำให้ค่าประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทางในทุกวิธีเพิ่มมากขึ้น โดยใช้เวลาการเดินทางสูงสุดแต่ละช่วงอยู่ที่ประมาณ 1000-2000 วินาที



รูปที่ 5.3 เวลาการเดินทางบนช่วงทางที่ได้จากวิธีประมาณเวลาเดินทางแต่ละวิธี (SMS)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปปัจจัยพื้นฐานหลัก ที่มีผลกระทบต่อสภาพการจราจร ที่ส่งผลถึงค่าการประมาณเวลาการเดินทางในพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้ คือ

ทางขึ้น เนื่องจากทางขึ้นทำให้ปริมาณกระแสจราจรในระบบเพิ่มมากขึ้นอีกทั้งยังก่อให้เกิดการแทรกตัวของกระแสจราจรในระหว่างการรวมช่องจราจร จากทางร่วมหลายช่องจราจรลดลงเหลือช่องจราจรจำนวนปกติ

ทางลง ทางลงส่งผลกระทบทั้งในทางบวกและทางลบ ในทางบวกคือในกรณีที่สามารถระบายปริมาณการจราจรออกจากระบบได้ทันทีทำให้สภาพการจราจรของระบบคล่องตัวขึ้น แต่ในทางลบ คือในกรณีที่ทางออกดังกล่าว ไม่สามารถระบายรถออกได้ อันเนื่องมาจากกระแสการจราจรที่ติดขัดบนถนนทางราบก่อให้เกิดการชะลอตัวหรือแถวคอยของปริมาณการจราจรบริเวณทางลงต่อเนื่องมายังกระแสการจราจรในระบบดังที่เห็นได้ชัดบริเวณช่วงปลายของเส้นทาง

ช่วงของเส้นทาง บริเวณช่วงต้นของเส้นทางยานพาหนะที่เข้าสู่ระบบยังอยู่ในช่วงของการเพิ่มความเร็ว จึงมีความเร็วเฉลี่ยที่ต่ำกว่าช่วงกลางของเส้นทาง ที่เพิ่มความเร็วจนถึงระดับที่คงที่ และช่วงปลายของเส้นทางที่มีการชะลอความเร็วก่อนเข้าสู้ช่องทางออก จึงมีความเร็วเฉลี่ยโดยรวมต่ำ

สภาพภูมิอากาศ เช่น หมอก ฝน ทำให้วิสัยทัศน์ในการขับขี่ต่ำลง ซึ่งผลกระทบนี้จะแตกต่างจากปัจจัยทางขึ้นลงเนื่องจากส่งผลกระทบในวงกว้างและยาวนานกว่า ปัจจัยอย่างกรณีฝนตกจะส่งผลกระทบต่อการขับขี่บนถนนตลอดทุกช่วง ทำให้การขับขี่ช้าลงและใช้เวลาในการตัดสินใจมากขึ้นในจังหวะการแซง การขับขี่ผ่านจุดเชื่อมต่อ ทางขึ้น ทางลง ทางเลี้ยวโดยเกิดการชะลอความเร็ว และยังส่งผลต่อเนื่องต่อไปยังช่วงเวลาหลังจากฝนหยุดแล้ว เนื่องจากสภาพของถนนยังคงเปียกอยู่นั่นเอง

และเมื่อพิจารณาจากแผนภูมิเปรียบเทียบระหว่างการประมาณจาก 3 วิธี ได้แก่ Vavg, Vweight และ Vsan ดังรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ชัดเจนว่าค่าที่ได้จากวิธี Vsan จะมีค่าสูงและแปรปรวนมากกว่าอีก 2 วิธีทุกช่วงทางและช่วงเวลา โดยความแตกต่างจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีสภาพการจราจรที่หนาแน่นหรือติดขัดซึ่งก่อให้เกิดความแตกต่างของสภาพการจราจรระหว่างสถานี

ใกล้เคียงสูง ส่วนวิธี Vavg และ Vweight นั้น ค่าที่ประมาณได้ค่อนข้างจะใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นในการพิจารณาความแตกต่างจึงจำเป็นต้องพิจารณาอย่างละเอียด โดยจะแสดงต่อไปในการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างสองวิธี เมื่อนำมาเทียบกับค่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง

5.2 การประมาณเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง (ข้อมูล SMS)

จากการประมาณเวลาการเดินทางด้วยความเร็วบนช่วงทางในแต่ละรูปแบบในหัวข้อที่ผ่านมา สามารถนำค่าที่ได้มาหาค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง ด้วยการรวมผลค่าเวลาแต่ละช่วงของถนนเข้าด้วยกัน โดยวิธีการมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

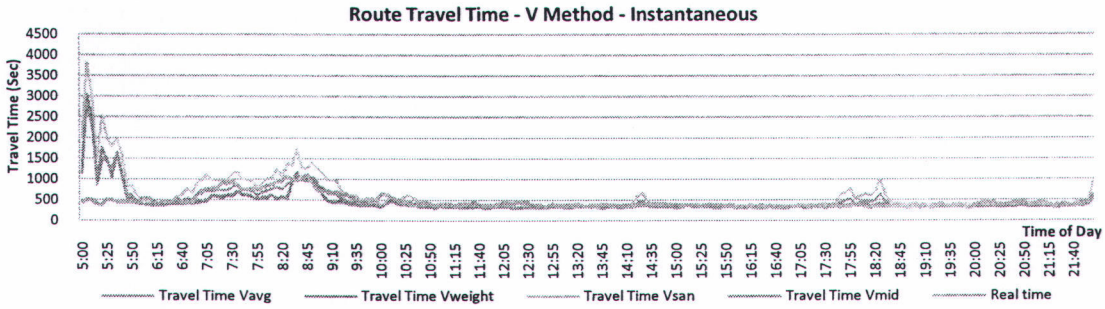
- การรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรง ณ ช่วงเวลาเดียวกัน (Instantaneous, INS)
- การรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นแบบขั้นบันได (TimeSlice, TS)

5.2.1 การรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรง ณ ช่วงเวลาเดียวกัน (Instantaneous)

จากผลการรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรง ณ ช่วงเวลาเดียวกันที่ได้ในแต่ละวิธีจากรูปที่ 5.4 พบว่า

- ช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น. เวลาการเดินทางที่ประมาณได้จากทุกวิธีการค่อนข้างสูงและมีความแปรปรวนมากอย่างเห็นได้ชัด
- ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าซึ่งครอบคลุมในช่วงเวลาประมาณ 6:00 – 10:00 น. นั้นมีค่าเวลาการเดินทางที่เพิ่มสูงขึ้นในระดับหนึ่ง โดยเพิ่มสูงขึ้นในเวลาประมาณ 8:30 น. และค่อยๆลดลงหลังจากเวลา 9:00 น. แต่ทว่าลักษณะการขึ้นลงของกราฟที่ปรากฏไม่แปรปรวนเหมือนที่ปรากฏในช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น.
- ข้อมูลสถานี Exat 10 ช่วงเวลา 17:30 – 19.00 น. ได้รับผลกระทบจากท้ายแถวช่วงทางลง ทำให้เวลาการเดินทางที่คำนวณจากวิธีการอย่าง V san มีค่าสูงมากที่สถานีดังกล่าว ส่งผลให้เวลาการเดินทางทั้งเส้นทางมีค่าสูงต่างไปจากเวลาการเดินทางจริงที่เส้นทางสิ้นสุดที่สถานีดังกล่าวมาก

- นอกเหนือจากช่วงเวลาข้างต้น เวลาการเดินทางค่อนข้างคงที่ ไม่ว่าในช่วงเวลากลางวันหรือเวลากลางคืน



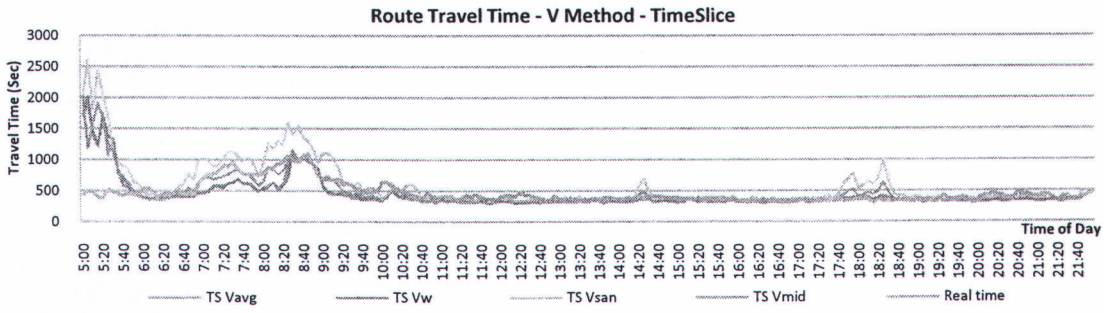
รูปที่ 5.4 เวลาการเดินทางด้วยวิธี Instantaneous (SMS)

และเมื่อพิจารณาจากแต่ละวิธีการถึงแม้ว่าค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้จะมีการขึ้นลงอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะช่วงปกติหรือช่วงหนาแน่น แต่พบว่า

- โดยรวมการประมาณค่าเวลาการเดินทางแบบ Vsan ให้ค่าเวลาการเดินทางที่สูงกว่าวิธีการอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีความหนาแน่นสูง หรือข้อมูลมีความแปรปรวน เช่น ในช่วงเวลา 5:00 – 10:00 น. และ 17:30 – 19:00 น. เนื่องจากใช้ค่าความเร็วที่มากในการประมาณทำให้ได้ผลของเวลาที่มากกว่าวิธีการอื่นๆเสมอ
- ส่วนวิธีการที่สามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางโดยรวมได้รองลงมาคือวิธีการแบบ Vmid ซึ่งประมาณค่าได้มากกว่าวิธี Vavg และ Vweight แต่ทว่าไม่สูงกว่าวิธี Vsan และมีความแปรปรวนของค่าเวลาที่ประมาณได้ค่อนข้างต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ โดยสังเกตได้จากลักษณะของความชันจากกราฟที่มีการไล่ระดับของค่าเวลาการเดินทางที่เกิดดีกว่าวิธีการอื่นๆ
- วิธีการ Vavg และ Vweight เป็นวิธีที่สามารถประมาณเวลาการเดินทางได้ต่ำและค่อนข้างใกล้เคียงกันมากในเกือบทุกช่วงเวลา สังเกตได้จากลักษณะของกราฟระหว่างสองวิธีดังกล่าวที่เกือบซ้อนทับกัน

5.2.2 การรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นแบบขั้นบันได (TimeSlice)

จากผลการรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นแบบขั้นบันไดที่ได้ในแต่ละวิธีจากรูปที่ 5.5 พบว่า ลักษณะของค่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยรวม มีลักษณะใกล้เคียงกับการรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรง ณ ช่วงเวลาเดียวกันในทุกช่วงเวลา



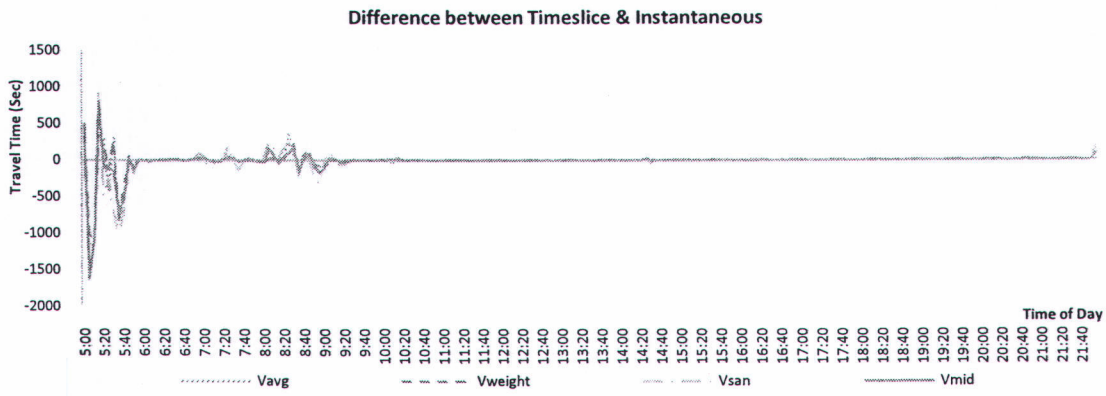
รูปที่ 5.5 เวลาการเดินทางด้วยวิธี TimeSlice (SMS)

โดยมีความแตกต่างกันเพียงในบางจุด เนื่องมาจากวิธีบวกรวมแบบขั้นบันได จะใช้เวลาในช่วงเวลาถัดไปบวกรวมเมื่อเวลาการเดินทางที่ใช้ในแต่ละช่วงนั้นเกินระยะเวลาทุกช่วง 5 นาที และเนื่องจากเวลาการเดินทางโดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 5 – 8 นาที ดังนั้นช่วงของค่าเวลาที่ใช้จะแตกต่างจากวิธีการแรกเพียงแค่ 1 ครั้งทำให้ไม่เห็นความแตกต่างเท่าใดนัก แต่จะแตกต่างสูงในกรณีที่ระยะเวลาเดินทางใช้เวลามากทำให้ต้องใช้ค่าเวลาในช่วงเวลาถัดมาทำการบวกค่าเวลาการเดินทางมากกว่า 1 ครั้ง ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือข้อมูลมีความแปรปรวนสูง ดังสังเกตได้ในช่วงเวลา 5:00 – 10:00 น. และ 17:30 – 19:00 น.

5.2.3 ผลต่างของวิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ Instantaneous และ Timeslice

การรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางด้วยวิธีการทั้งสองดังที่ได้กล่าวมา จากรูปที่ 5.6 ค่อนข้างได้ผลที่ใกล้เคียงกันมากในช่วงเวลาปกติที่สภาพการจราจรสามารถเคลื่อนตัวได้อย่างคล่องตัว โดยสังเกตุได้จากแผนภูมิค่าความแตกต่างระหว่างวิธีการรวมเวลาทั้งสองวิธี ที่เส้นกราฟจากวิธีการประมาณในแต่ละวิธีมีค่าต่ำมากเกือบจะเป็นศูนย์ไปตามแนวแกน เนื่องจากค่าที่ได้จะแตกต่างกันก็ต่อเมื่อการเดินทางบนช่วงทางใช้เวลาเกินระยะเวลา 5 นาที ที่จะส่งผลทำให้วิธีการรวมเวลาแบบขั้นบันไดใช้ค่าเวลาเดินทางบนช่วงทางในช่วงเวลาถัดไปที่สอดคล้องกับเวลาการ

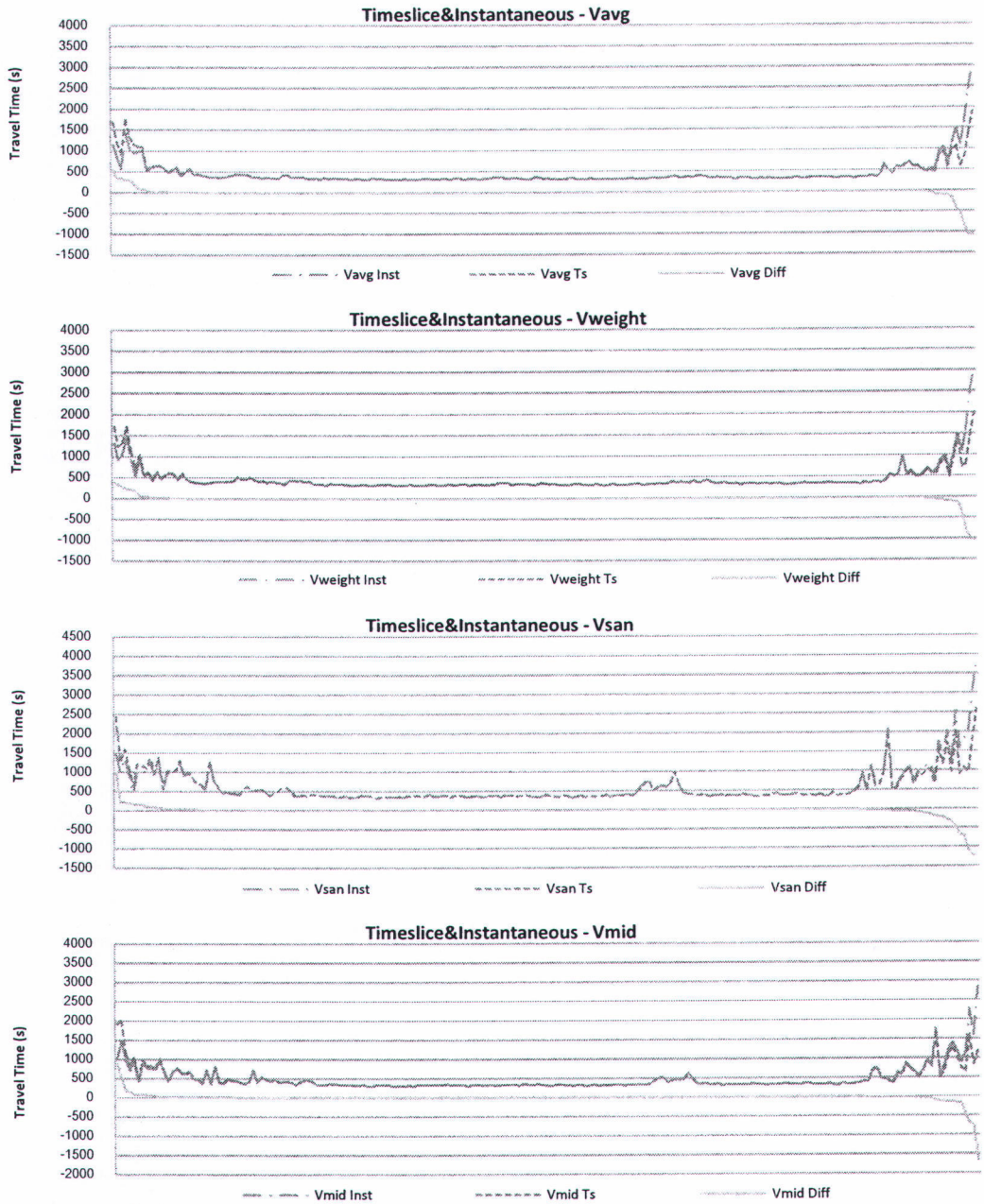
เดินทางที่เกิดขึ้นจริงมาทำการบวกรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง ทำให้เกิดผลต่างระหว่างทั้งสองวิธี



รูปที่ 5.6 ผลต่างวิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ Instantaneous และ Timeslice (SMS)

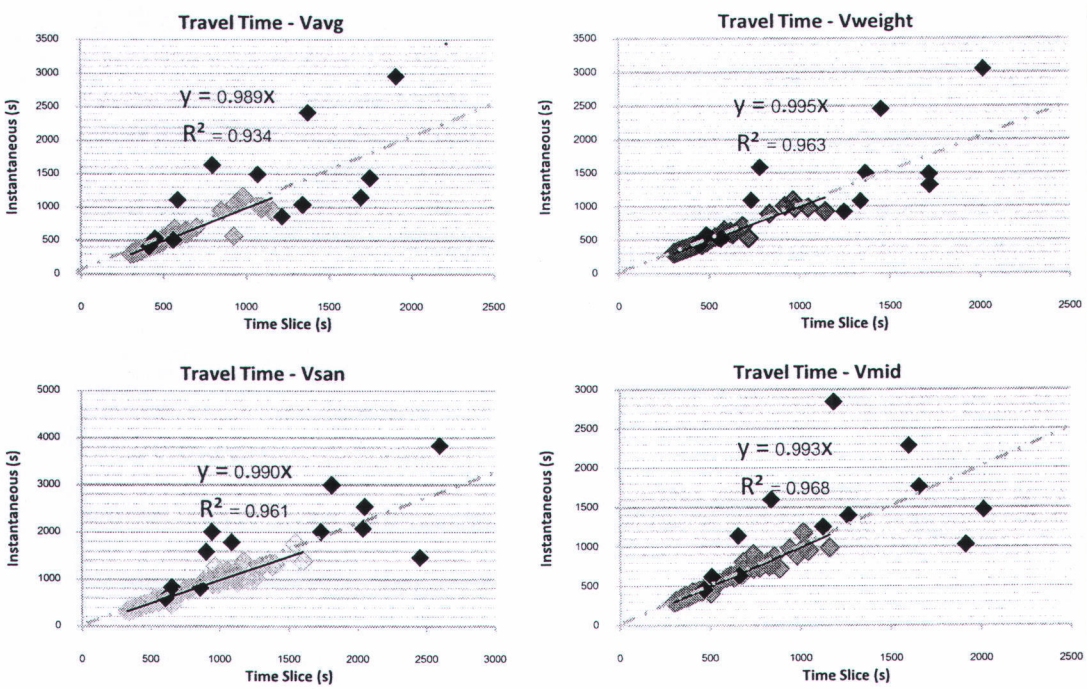
เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 5.6 และรูปที่ 5.7 ที่นำผลความแตกต่างของการรวมเวลาทั้ง 2 วิธี (V Diff) มาเรียงจากมากไปน้อย พบว่าค่าความแตกต่างจะเกิดขึ้นเมื่อสภาพการจราจรมีความหนาแน่นสูง อาทิ เช่น ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ระหว่างช่วงเวลา 6:00 -10:00 น. โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้น มีทั้งในส่วนที่เป็นค่าบวกและส่วนที่เป็นค่าลบ ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าการรวมเวลาการเดินทางทั้งสองวิธี ไม่มีวิธีการใดที่สามารถบวกรวมค่าได้มากกว่าหรือน้อยกว่าเสมอ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไป ขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรและข้อมูลที่เกิดในแต่ละช่วงเวลา แต่ทว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเร่งด่วนนั้นมีค่าไม่มากเท่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 5:00-6:00 น.ที่มีความแปรปรวนของข้อมูลและความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตกจึงมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการรวบรวมข้อมูลด้วยระบบประมวลผลภาพ

เมื่อนำค่าความแตกต่างระหว่างการรวมเวลาทั้งสองวิธี มาจัดเรียงจากมากไปน้อยพบว่าความแตกต่างมักจะเกิดที่บริเวณช่วงเวลาการเดินทางที่สูงกว่า 500 วินาที ไม่ว่าจะเป็นวิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางโดย Vavg, Vweight, Vsan และ Vmid ความแตกต่างระหว่างวิธีการรวมค่าเวลาจะเพิ่มสูงขึ้นตามค่าระยะเวลาการเดินทางที่มีมากขึ้น ทั้งในค่าความแตกต่างเชิงบวกและในเชิงลบ ซึ่งแสดงค่าเป็นเชิงบวกเมื่อวิธีการรวมแบบ Timeslice มีค่าสูงกว่า Instantaneous และในทางกลับกันจะได้ค่าความแตกต่างเป็นลบ เมื่อวิธีการ Instantaneous สามารถรวมค่าเวลาการเดินทางได้สูงกว่าดังที่สังเกตได้จากรูปที่ 5.7

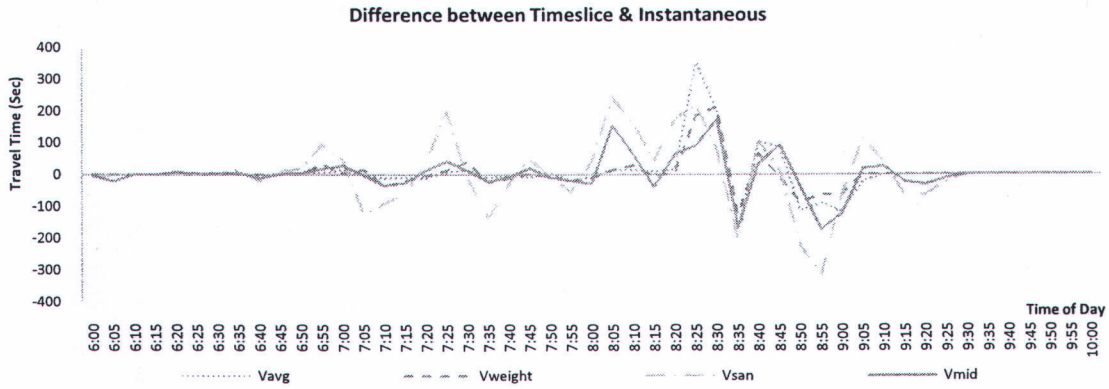


รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการเดินทางและผลต่างของวิธีการรวมเวลาการเดินทาง (SMS)

เมื่อพิจารณาภาพรวมจากรูปที่ 5.8 โดยจุดสีดำคือข้อมูลในช่วงเวลาฝนตก และค่าความแตกต่างของวิธีการรวมเวลาการเดินทางในช่วงเร่งด่วนดังรูปที่ 5.9 วิธีการ Vavg และ Vweight มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงและเกาะกลุ่มกัน แต่ทว่าวิธีการประมาณเวลาแบบ Vsan และ Vmid จะมีระดับค่าความแตกต่างที่สูงกว่าช่วงที่มีค่าการประมาณเวลาการเดินทางแต่ละวิธีที่ค่อนข้างสูงและมีลักษณะของข้อมูลที่แปรปรวนมาก



รูปที่ 5.8 **ความสัมพันธ์ระหว่างการรวมเวลาการเดินทางแบบ** Instantaneous **และ** Timeslice (SMS)



รูปที่ 5.9 **ผลต่างวิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ** Instantaneous **และ** Timeslice (SMS) **ช่วง** 6:00-10:00 **น.**

เมื่อทำการพิจารณาจากลักษณะการกระจายตัวของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการรวมเวลาการเดินทางแบบ Instantaneous และ Timeslice ในแต่ละวิธีการประมาณค่าความเร็วแล้ว พบว่าจะมีจุดที่แตกต่างกันอยู่ 2 จุดคือ

1. ระดับของช่วงเวลาที่เริ่มเกิดการกระจายตัวของค่าความแตกต่าง

- วิธี Vavg และ Vweight จะเริ่มเกิดการกระจายตัวของค่าความแตกต่างสูงในช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางประมาณ 750 วินาที ส่วนในช่วงก่อนหน้านั้นข้อมูลที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน
- วิธี Vsan และ Vmid ถึงแม้ว่าจะเริ่มเกิดการกระจายตัวของค่าความแตกต่างในช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางประมาณ 750 วินาทีเหมือนกัน แต่ทว่าการกระจายตัวของค่าความแตกต่างจะเกิดขึ้นสูง เมื่ออยู่ในช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางประมาณ1000 วินาที ในการประมาณค่าเวลาด้วยวิธี Vmid และอยู่ที่ระดับเวลาประมาณ 1400 วินาที ในการประมาณค่าเวลาด้วยวิธี Vsan

2. แนวโน้มของค่าความแตกต่าง

ถึงแม้ว่าความแตกต่างของทั้งสองวิธีจะมีค่าทั้งเป็นบวกและเป็นลบ คือในบางครั้ง วิธีการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแบบ Instantaneous และแบบ Timeslice จะสลับกันมีค่ามากและน้อยกว่าแตกต่างกันไป แต่เมื่อสังเกตจากการกระจายตัวของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการรวมเวลาการเดินทางโดยภาพรวมแล้ว พบว่าค่าความชันที่ได้จากทุกวิธีน้อยกว่า 1 ซึ่งก็คือค่าในแนวแกนนอนหรือค่าจากวิธีการ Timeslice มีค่ามากกว่าค่าการรวมเวลาแบบ Instantaneous

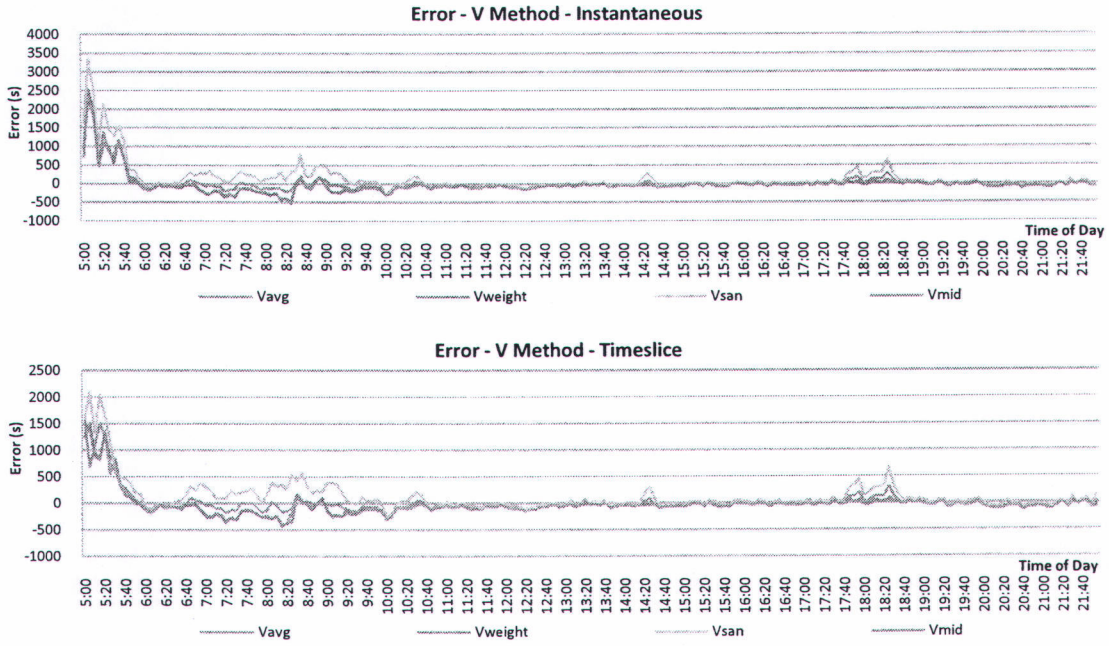
5.2.4 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง

จากการประมาณเวลาการเดินทางด้วยความเร็วทั้ง 4 วิธี และการรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางทั้ง 2 วิธี นำค่าในแต่ละวิธีมาทำการเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง โดยเปรียบเทียบดังนี้

การเปรียบเทียบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนแบบผลต่าง Error

นำค่าที่ได้จากแต่ละวิธีการลบค่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงเพื่อหาค่าความแตกต่าง ทั้งนี้เพื่อพิจารณาว่าวิธีการที่ใช้นั้นสามารถประมาณได้มากหรือน้อยกว่าค่าจริงอย่างไร

จากรูปที่ 5.10 พบว่าในช่วงเวลาส่วนใหญ่ วิธีการ Vavg Vweight และ Vmid สามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางได้ต่ำกว่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง



รูปที่ 5.10 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณเวลาการเดินทาง (SMS)

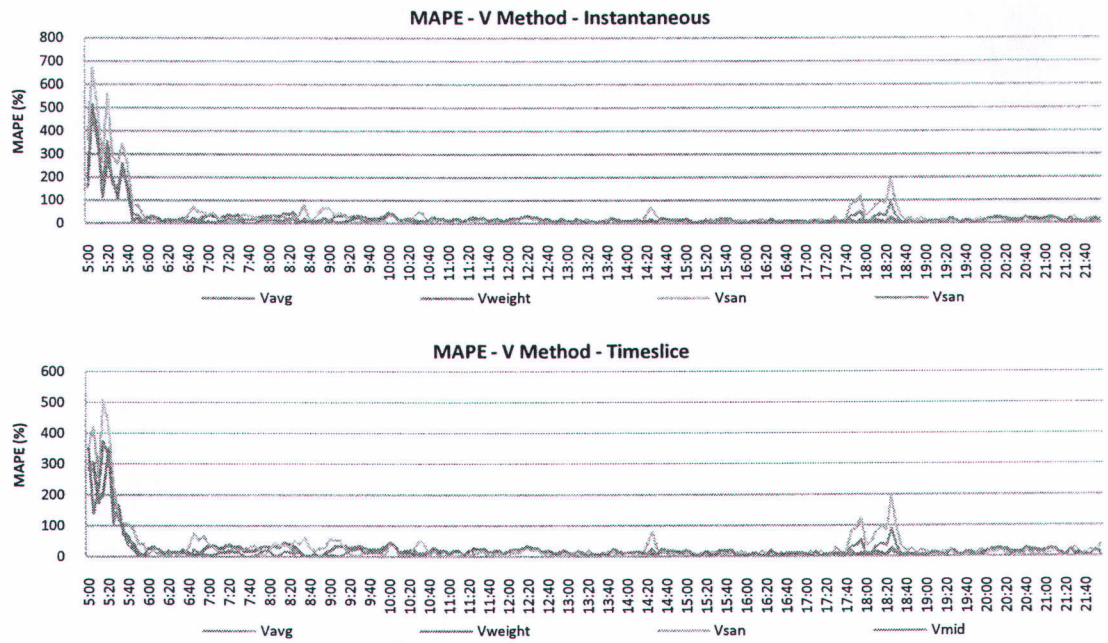
เนื่องจากผลของค่าความแตกต่างเป็นลบ ทำให้เส้นของข้อมูลอยู่ใต้แกน ทั้งในส่วนของการรวมเวลาแบบ Instantaneous และ Timeslice ซึ่งแตกต่างจากวิธี Vsan ที่ค่าความแตกต่างส่วนใหญ่ปรากฏผลเป็นค่าบวกอยู่เหนือแนวเส้นศูนย์ เนื่องจากเป็นวิธีการประมาณที่ได้เวลาการเดินทางสูงที่สุดเสมอเมื่อเทียบกับวิธีการประมาณด้วยวิธีการความเร็วอื่นๆ

ส่วนเมื่อพิจารณาถึงระดับของความแตกต่างที่ปรากฏ พบว่าในช่วงการจราจรปกติจะเกิดผลความคลาดเคลื่อนค่อนข้างต่ำ สังเกตจากแนวเส้นแต่ละวิธีไล่ไปตามแนวแกนศูนย์ ยกเว้นในช่วงเวลาเร่งด่วน ที่ผลต่างมีเพิ่มมากขึ้น โดยวิธี Vsan ความแตกต่างจะเพิ่มมากขึ้นในทางบวก ส่วนวิธีการอื่นๆนั้น โดยภาพรวมความแตกต่างจะเพิ่มขึ้นในทางลบ ยกเว้น ในช่วงเวลา 5.00 – 6.00 น.ที่ผลของค่าความแตกต่างนี้เพิ่มขึ้นในทางบวกทั้งหมด และมีความแตกต่างที่มากผิดปกติเนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดถึง 2400 - 3300 วินาที หรือ 40 - 55 นาที ในการประมาณที่รวมเวลาแบบ Instantaneous และ ประมาณ 1500 – 2100 วินาที หรือ 25 – 35 นาที ในแบบ Timeslice ซึ่งแสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวน่าจะมีความผิดพลาดของข้อมูลที่รวบรวมได้

เกิดขึ้น แต่จากที่ปรากฏก็ช่วยให้เราได้ทราบว่าเมื่อเจอลักษณะของข้อมูลดังกล่าว การประมาณด้วยวิธี Timeslice จะช่วยประมาณค่าเวลาการเดินทางได้เหมาะสมกว่าวิธี Instantaneous เนื่องจากมีการปรับเลือกใช้ค่าเวลาการเดินทางในแต่ละช่วงทางที่เหมาะสมมาใช้ในการรวมเวลาทั้งเส้นทาง

การเปรียบเทียบด้วยค่า MAPE

ค่าความคลาดเคลื่อนในวิธีการแรกเมื่อทำการบวกสะสมจะเกิดการหักล้างกันขึ้น ทำให้ไม่สามารถนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างในการวิเคราะห์รวมได้ ดังนั้นในการเปรียบเทียบถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จึงนิยมนำค่า MAPE มาใช้ โดยในการศึกษาครั้งนี้ แต่ละวิธีประมาณสามารถหาค่าของ MAPE ได้ดังรูปที่ 5.11 โดยสังเกตพบว่ารูปแบบของค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นมีรูปแบบเหมือนค่าคลาดเคลื่อนแบบผลต่าง เพียงแต่ค่าติดลบที่เกิดนั้นถูกยกขึ้นมาอยู่เหนือแกนเปลี่ยนเป็นค่าบวกทั้งหมดแทน และถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อน



รูปที่ 5.11 ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในการประมาณเวลาการเดินทาง (SMS)

โดยเมื่อพิจารณาภาพรวมแล้วพบว่าความแตกต่างของค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มหลัก คือ

1. ช่วงเวลาฝนตก 5:00 – 6:00 น. ซึ่งการประมาณเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นคลาดเคลื่อนเฉลี่ยมากถึงร้อยละ 140 - 300 โดยวิธี Vsan แบบ Instantaneous จะคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีการอื่นอย่างเห็นได้ชัด
2. ช่วงเวลาเร่งด่วน 1 6:00 – 10:00 น. มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณร้อยละ 10 - 30 โดยวิธี Vmid จะมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีอื่นๆ อย่างชัดเจนโดยจะต่ำสุดที่การบวกรวมเวลาด้วยวิธีแบบ Timeslice
3. ช่วงเวลาเร่งด่วน 2 17.30 – 19.00 เกิดความคลาดเคลื่อนจากลักษณะตำแหน่งสถานีที่เวลาการเดินทางบริเวณสถานีสุดท้ายมีค่าสูงมากเพียงจุดเดียวทำให้วิธีการที่ประมาณเวลาการเดินทางจากค่าความเร็วเพียงค่าใดค่าหนึ่งมีค่าสูงและส่งผลให้เวลาการเดินทางรวมทั้งเส้นทางมีค่ามากผิดไปจากค่าเวลาการเดินทางจริงที่สิ้นสุดบนช่วงทาง ก่อนจะได้รับผลกระทบจากสภาพการจราจรที่บริเวณดังกล่าว
4. ช่วงเวลาปกติหรือนอกช่วงเวลาเร่งด่วน มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นต่ำกว่าช่วงเวลาอื่นและค่อนข้างจะได้ค่าใกล้เคียงกันมากในทุกวิธี รวมทั้งในทั้งสองรูปแบบวิธีการบวกรวมเวลาการเดินทางด้วย

โดยรายละเอียดของค่า MAPE ในแต่ละช่วงเวลาดังกล่าวนั้น จากตารางที่ 5.1 สามารถสรุปการเปรียบเทียบออกเป็น 2 รูปแบบคือการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการประมาณค่าความเร็วในแต่ละวิธี และการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง

ตารางที่ 5.1 สรุปค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในแต่ละช่วงเวลา (SMS)

Method	Instantaneous				Timeslice			
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	182.2	189.6	312.0	202.9	142.2	153.2	229.0	151.5
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	23.9	23.8	25.6	13.3	22.7	23.1	25.9	11.9
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.3	9.4	60.3	23.3	7.3	9.4	60.3	23.3
Off-Peak	14.9	14.1	10.9	14.0	15.0	14.1	11.2	13.9
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	26.2	26.3	36.5	25.8	23.6	24.0	31.8	22.3
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	16.5	16.1	19.2	14.7	16.2	15.9	19.5	14.3

สรุปการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความเร็วแต่ละวิธี

จากค่าความคลาดเคลื่อน สรุปให้เห็นว่าในแต่ละช่วงเวลานั้นวีธีการประมาณเวลาการเดินทางแต่ละวิธีสามารถให้ผลการประมาณที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน โดยพบว่าช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นที่ได้รับผลกระทบจากตำแหน่งสถานีศึกษา และช่วงฝนตก ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจะสูงมากวิธี Vavg เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุด ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้ามีความคลาดเคลื่อนปานกลางวิธี Vmid เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุด ช่วงเวลาปกติมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดวิธี Vsan เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุด และเมื่อสรุปตลอดทั้งวัน พบว่าในภาพรวมวิธี Vmid มีผลความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมต่ำที่สุด

สรุปการเปรียบเทียบการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแต่ละวิธี

จากการเปรียบเทียบค่า MAPE พบว่าวิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ Timeslice นั้นสามารถประมาณเวลาการเดินทางได้แม่นยำกว่า วิธี Instantaneous เนื่องจากค่าที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีการความเร็วในรูปแบบต่างๆส่วนใหญ่ มีค่า MAPE ที่ต่ำกว่าวิธี Instantaneous โดยเห็นได้ว่าวิธี Timeslice นั้นสามารถช่วยลดค่าความคลาดเคลื่อนลงได้ในช่วงเวลาที่เกิดความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากรวมค่าเวลาการเดินทางตามสภาพความเป็นจริงมากกว่า

5.3 การวิเคราะห์และเลือกใช้วิธีการหาค่าเวลาการเดินทางที่เหมาะสม (ข้อมูล SMS)

จากการประมาณเวลาการเดินทาง พบว่าเกิดความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อมีสภาพการจราจรหนาแน่น ส่วนในช่วงนอกเหนือจากนั้นความคลาดเคลื่อนที่พบจากแต่ละวิธีนั้นค่อนข้างต่ำ แต่ทว่าแต่ละวิธีก็ให้ความแม่นยำที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาและสภาพการจราจร ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อน สามารถทำได้ดังนี้

- การเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงเวลาตามสภาพข้อมูล
- การเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงระยะเวลาการเดินทาง

5.3.1 การเลือกวิธีการหาค่าเวลาการเดินทางให้เหมาะสมกับช่วงเวลาตามสภาพข้อมูล (ปรับปรุงแบบที่ 1, D1)

การปรับปรุงวิธีการโดยเลือกใช้ให้เหมาะสมตามสภาพของช่วงเวลาตามสภาพข้อมูลนี้ เป็นการวิเคราะห์วิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางด้วยความเร็วในภาพรวม โดยจัดแบ่งสภาพของข้อมูลตามลักษณะของกราฟค่าเวลาการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาที่ประมาณได้และค่าความคลาดเคลื่อนที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาดังกล่าว จากข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

1. ช่วงเวลาที่มีปัจจัยส่งผลกระทบให้ข้อมูลเกิดความแปรปรวนและเกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลสูง ซึ่งข้อมูลลักษณะดังกล่าวได้แก่ ช่วงเวลาฝนตก 5:00 - 6:00 น. และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น 17:30 - 19:00 น.
2. ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า โดยจากสภาพเส้นทางที่ศึกษาพบว่า เนื่องจากเป็นเส้นทางขาเข้าเมืองดังนั้นสภาพการจราจรจึงเกิดช่วงเวลาเร่งด่วนเฉพาะในตอนช่วงเช้า ในระหว่างเวลาประมาณ 6:00 – 10:00 น.
3. ช่วงเวลาปกติ หรือนอกช่วงเวลาเร่งด่วน มีสภาพการจราจรค่อนข้างคงที่ การประมาณเวลาการเดินทางในแต่ละวิธี ค่อนข้างมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าช่วงอื่นๆ อีกทั้งให้ผลใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีที่มีความเหมาะสมในการประมาณในช่วงเวลาที่แตกต่างกันตามสภาพของข้อมูล ทั้งในส่วนของการรวมเวลาแบบ Instantaneous และ Timeslice แล้ว ควรเปรียบเทียบวิธีที่ดีที่สุดที่พบระหว่างการบวกรวมเวลาทั้งสองรูปแบบด้วย เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีการประมาณที่เหมาะสมสอดคล้องกันรึไม่ โดยเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าวิธีการที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงเวลาตามสภาพข้อมูลนั้น เป็นดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 สรุปวิธีที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงเวลาตามสภาพข้อมูล (SMS)

Method	Instantaneous				Timeslice			
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	182.2	189.6	312.0	202.9	142.2	153.2	229.0	151.5
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	23.9	23.8	25.6	13.3	22.7	23.1	25.9	11.9
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.3	9.4	60.3	23.3	7.3	9.4	60.3	23.3
Off-Peak	14.9	14.1	10.9	14.0	15.0	14.1	11.2	13.9
Daytime (5:00 AM~10:00 PM)	26.2	26.3	36.5	25.8	23.6	24.0	31.8	22.3
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	16.5	16.1	19.2	14.7	16.2	15.9	19.5	14.3

จากตารางที่ 5.2 พบว่าวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลานั้น เมื่อลองพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่เหมาะสมที่พบในการรวมเวลาแบบ Instantaneous และ Timeslice นั้น วิธีการที่ดีที่สุดดังกล่าวเป็นวิธีเดียวกัน ดังนั้นจึงเป็นอีกจุดหนึ่งที่ช่วยในการยืนยันความเหมาะสมของรูปแบบวิธีการที่จะเลือกนำมาใช้ในการหาเวลาการเดินทาง

เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความเหมาะสมของวิธีการประมาณเวลาการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาตามสภาพข้อมูลที่ได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

- ช่วงเวลาฝนตกและช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น วิธี Vavg ให้ค่าที่คลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากข้อดีของวิธีดังกล่าว เป็นการเฉลี่ยค่าระหว่างสถานี ดังนั้นกรณีที่สภาพข้อมูลมีปัญหาได้ค่าไม่ถูกต้องวิธีการดังกล่าวจะสามารถช่วยเฉลี่ยให้ผลกระทบจากการคลาดเคลื่อนดังกล่าวลดลง

- ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า สภาพการจราจรมีความหนาแน่นอีกทั้งครอบคลุมช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพจราจร จากสภาพการจราจรปกติไปสู่สภาพการจราจรหนาแน่นหรือจากสภาพการจราจรหนาแน่นกลับไปสู่สภาพการจราจรปกตินั้น วิธีการประมาณเวลาอย่างวิธี Vmid ที่เป็นค่าความเร็วในจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวโดยตรงนั้น จึงสามารถประมาณได้ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำที่สุดเพราะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการจราจร ซึ่งถ้าเป็น Vsan อาจไปเลือกค่ามาก หรือ Vavg และ Vweight ที่ไม่ได้ใช้ข้อมูลตำแหน่งดังกล่าวโดยตรงทำให้มีโอกาสประมาณผิดไปจากค่าที่แท้จริง

- ช่วงสภาพการจราจรปกติหรือช่วงนอกเวลาเร่งด่วน การจราจรมีความคล่องตัวสูงการประมาณแต่ละวิธีการให้ความแม่นยำที่ใกล้เคียงกัน แต่จากลักษณะข้อมูลความเร็วที่รวบรวมได้ในการศึกษาครั้งนี้ วิธีการประมาณเวลาการเดินทางส่วนใหญ่จะประมาณได้ต่ำกว่าค่าเวลาการเดินทางจริง โดยวิธี Vsan สามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางได้สูงและใกล้เคียงเวลาการเดินทางจริงมากกว่าวิธีอื่น

โดยในการหาค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางนั้น เลือกใช้วิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ Timeslice เนื่องจากเป็นวิธีการที่เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำกว่าวิธี Instantaneous

จากนั้นเมื่อสรุปได้ จึงเลือกใช้วิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เกิดความคลาดเคลื่อน MAPE ต่ำที่สุดในแต่ละช่วงมาพิจารณาและประมาณค่าใหม่ แล้วจึงนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการปรับปรุงแบบที่ 1 (SMS)

Method	Instantaneous				Timeslice				D1
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	182.2	189.6	312.0	202.9	142.2	153.2	229.0	151.5	142.2
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	23.9	23.8	25.6	13.3	22.7	23.1	25.9	11.9	11.9
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.3	9.4	60.3	23.3	7.3	9.4	60.3	23.3	7.3
Off-Peak	14.9	14.1	10.9	14.0	15.0	14.1	11.2	13.9	11.2
Daytime (5:00 AM~10:00 PM)	26.2	26.3	36.5	25.8	23.6	24.0	31.8	22.3	18.8
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	16.5	16.1	19.2	14.7	16.2	15.9	19.5	14.3	11.0

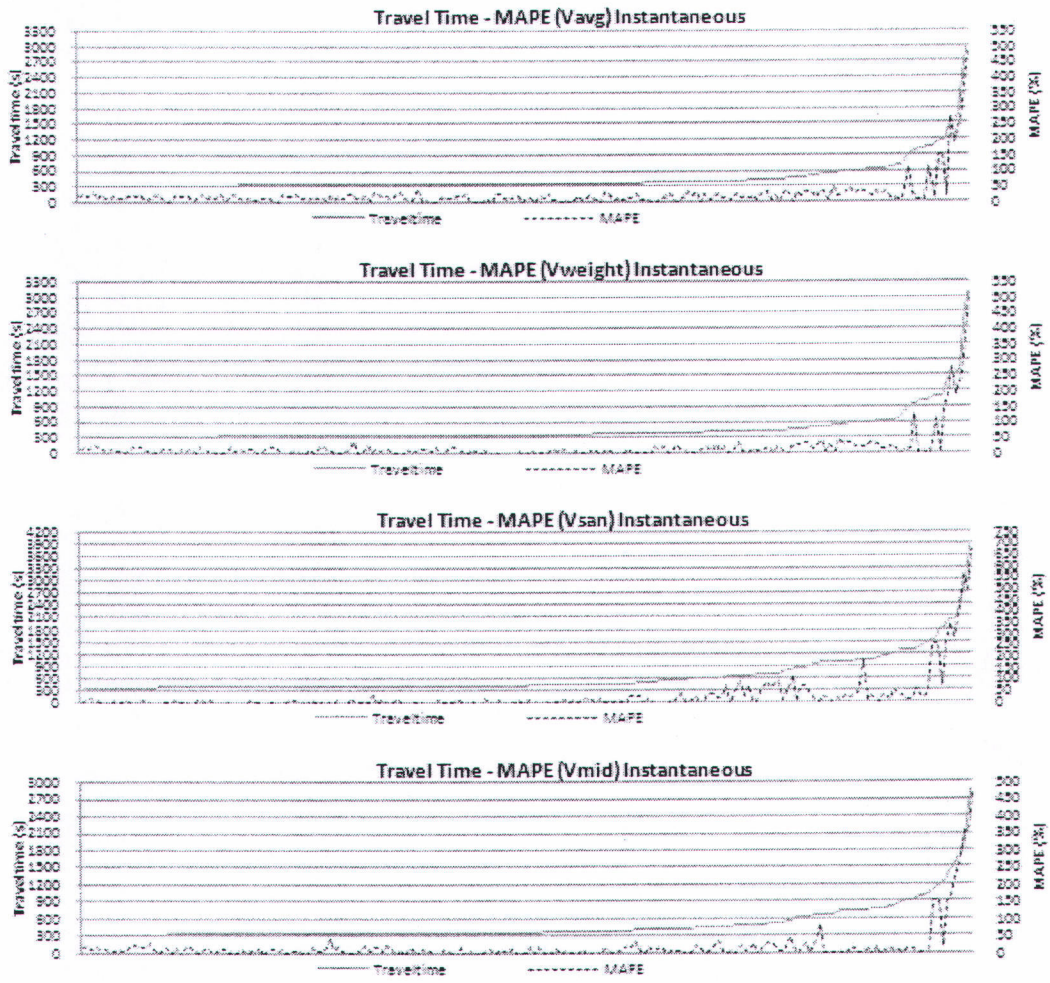
เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.3 พบว่าค่าที่ได้จากวิธีการปรับปรุงดังกล่าว มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดในแต่ละช่วงเวลาต่ำที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากวิธีการอื่นๆทั้งหมด อีกทั้งส่งผลทำให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยตลอดทั้งวันลดต่ำลง โดยค่าความคลาดเคลื่อนลดลงเหลืออยู่ที่ประมาณร้อยละ 18.8 ซึ่งถ้าตัดช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น.ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงออกไป โดยกำหนดให้ช่วงเวลาตลอดวันเริ่มที่ 6:00 น. และสิ้นสุดที่ 22:00 น. ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งวันในช่วงเวลาดังกล่าวจะเหลือเพียงร้อยละ 11

5.3.2 การเลือกวิธีการหาค่าเวลาการเดินทางให้เหมาะสมกับช่วงระยะเวลาการเดินทาง (ปรับปรุงแบบที่ 2, D2)

เนื่องจากสิ่งที่ต้องการจากการประมาณค่าเวลาการเดินทางนั้น ก็คือค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง ดังนั้น จึงเป็นตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อใช้ในการปรับปรุงเลือกใช้วิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางให้เหมาะสม โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นกับวิธีการประมาณเวลาการเดินทางด้วยความเร็วในแต่ละวิธีว่าในแต่ละช่วงระยะเวลาที่ใช้ดังกล่าว ควรเลือกใช้วิธีการใดจึงจะสามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางแล้วเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยมีขั้นตอนดังนี้

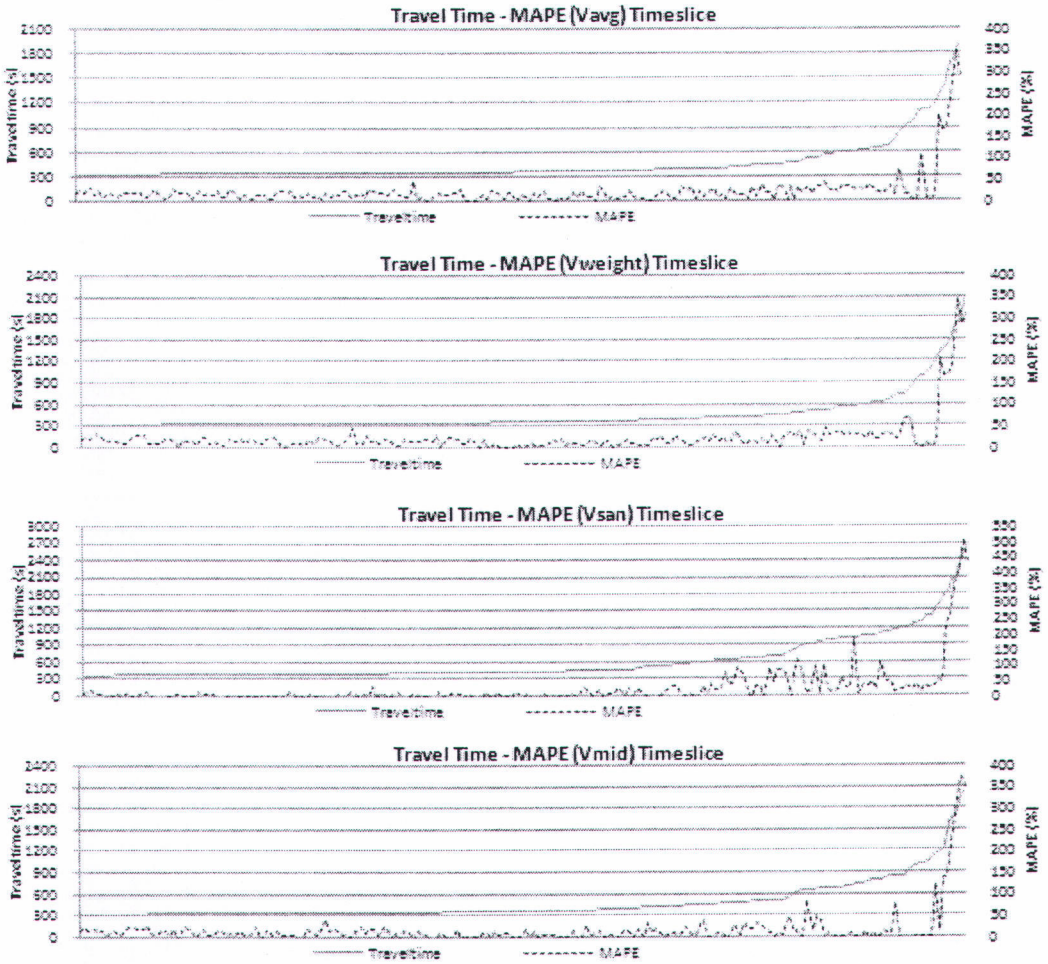
1. จัดเรียงค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางที่หาได้ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก เปรียบเทียบไปพร้อมกับค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในการประมาณค่าเวลาการเดินทางด้วยความเร็วทุกวิธี รวมไปถึงการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแบบ Instantaneous และ Timeslice

จากรูปที่ 5.12 สังเกตได้ว่าช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางไม่มากวิธี Vsan มีระดับความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ส่วนในช่วงท้ายที่ไม่ใช่ช่วงปลายวิธี Vmid มีระดับความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดนอกเหนือจากนั้นมีหลายวิธีที่ใกล้เคียงกัน



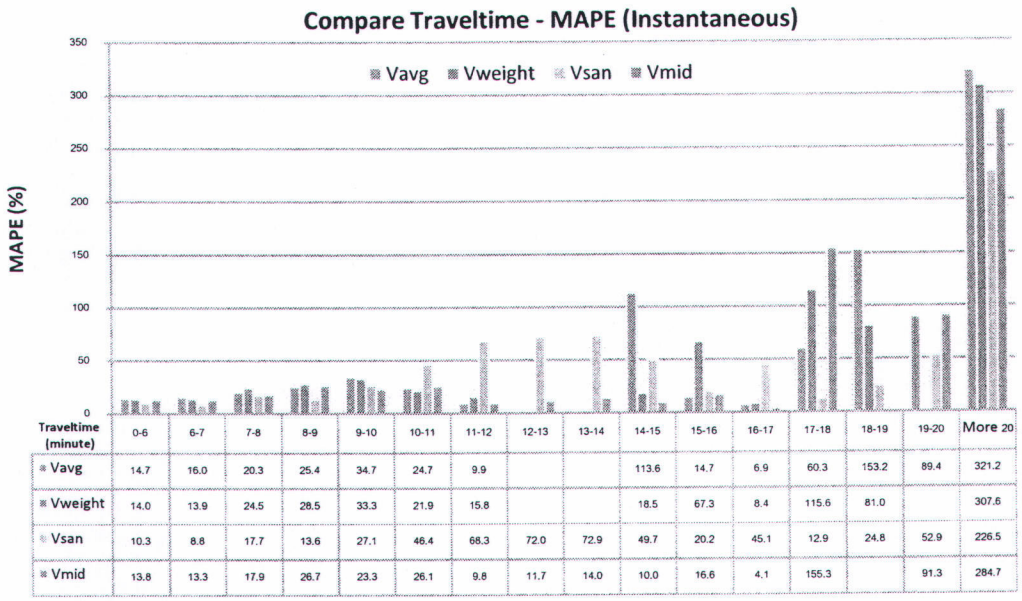
รูปที่ 5.12 การจัดเรียงเวลาการเดินทางเปรียบเทียบค่า MAPE (การรวมเวลาแบบ Instantaneous-SMS)

จากรูปที่ 5.13 สังเกตได้ว่าช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางไม่มากวิธี Vsan มีระดับความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ส่วนในช่วงท้ายที่ไม่ใช่ช่วงปลายวิธี Vmid มีระดับความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดนอกเหนือจากนั้นมีหลายวิธีที่ใกล้เคียงกันเหมือนกับข้อมูลที่ปรากฏในการรวมเวลาแบบ Instantaneous



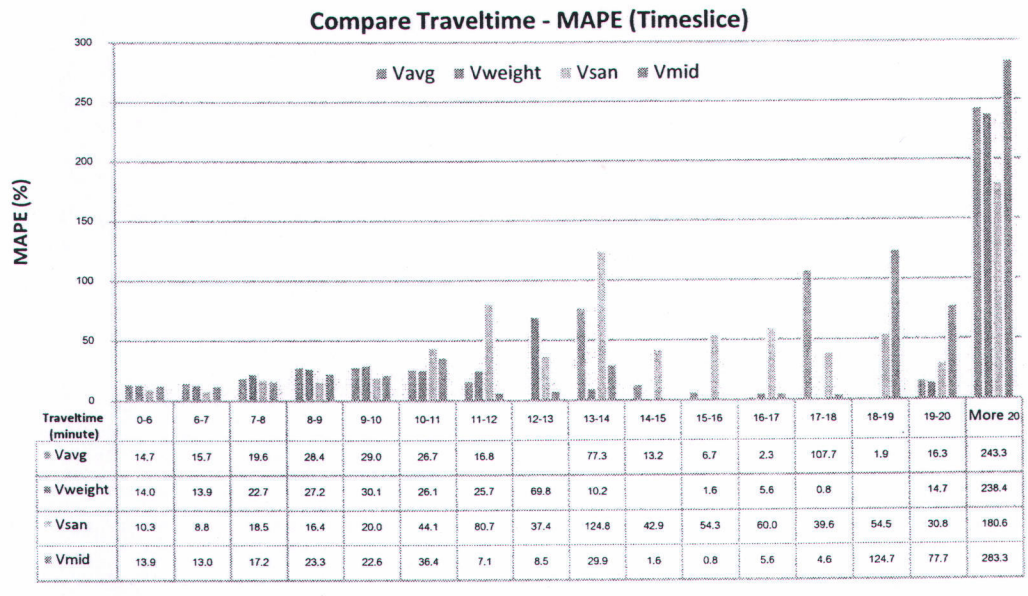
รูปที่ 5.13 การจัดเรียงเวลาการเดินทางเปรียบเทียบค่า MAPE (การรวมเวลาแบบ Timeslice-SMS)

2. แบ่งข้อมูลที่จัดเรียงแล้วออกตามช่วงความถี่ของระยะเวลาการเดินทางที่ใช้ จากนั้นทำการหาค่า MAPE ของแต่ละช่วงเวลาดังกล่าว โดยแบ่งให้ครบทั้งในส่วนวิธีการประมาณ 4 รูปแบบ และการรวมเวลา 2 วิธ ดังรูปที่ 5.14 – 5.15



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	14.7	16.0	20.3	25.4	34.7	24.7	9.9			113.6	14.7	6.9	60.3	153.2	89.4	321.2
Vweight	14.0	13.9	24.5	28.5	33.3	21.9	15.8			18.5	67.3	8.4	115.6	81.0		307.6
Vsan	10.3	8.8	17.7	13.6	27.1	46.4	68.3	72.0	72.9	49.7	20.2	45.1	12.9	24.8	52.9	226.5
Vmid	13.8	13.3	17.9	26.7	23.3	26.1	9.8	11.7	14.0	10.0	16.6	4.1	155.3		91.3	284.7

รูปที่ 5.14 **การเปรียบเทียบค่า** MAPE **ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ** Instantaneous-SMS)



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	14.7	15.7	19.6	28.4	29.0	26.7	16.8		77.3	13.2	6.7	2.3	107.7	1.9	16.3	243.3
Vweight	14.0	13.9	22.7	27.2	30.1	26.1	25.7	69.8	10.2		1.6	5.6	0.8		14.7	238.4
Vsan	10.3	8.8	18.5	16.4	20.0	44.1	80.7	37.4	124.8	42.9	54.3	60.0	39.6	54.5	30.8	180.6
Vmid	13.9	13.0	17.2	23.3	22.6	36.4	7.1	8.5	29.9	1.6	0.8	5.6	4.6	124.7	77.7	283.3

รูปที่ 5.15 **การเปรียบเทียบค่า** MAPE **ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ** Timeslice-SMS)

3. พิจารณาข้อมูลและระบุถึงวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาการเดินทาง โดยเลือกวิธีการที่มีค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ต่ำที่สุด ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 5.4

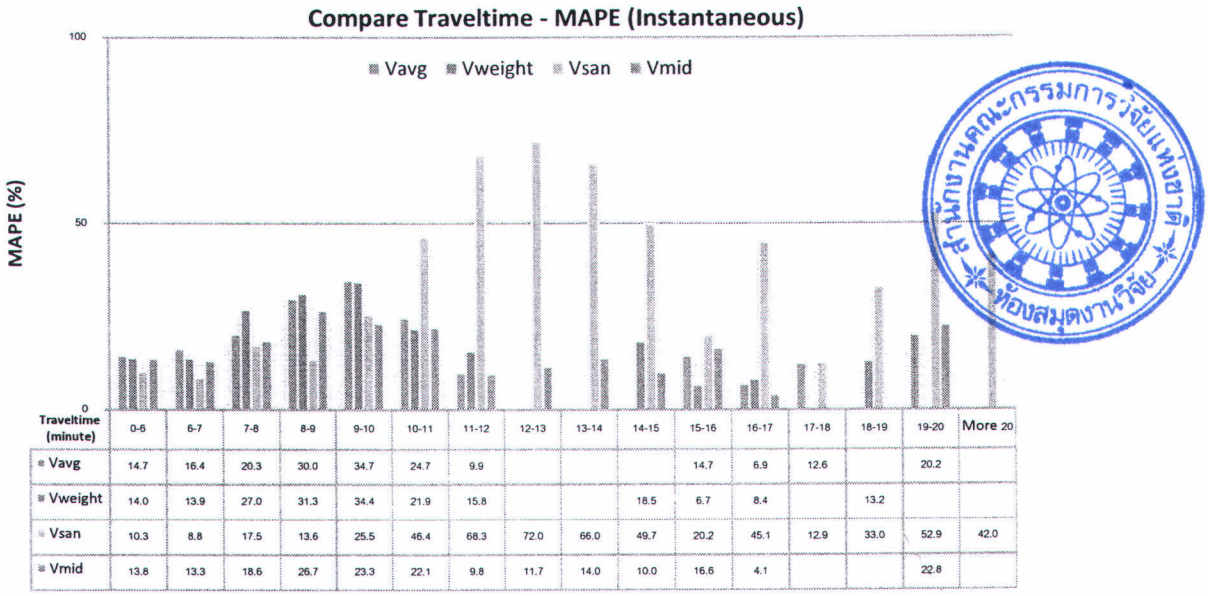
ตารางที่ 5.4 การเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงระยะเวลาการเดินทาง (SMS)

Travel Time		Instantaneous				Timeslice			
		Vavg	Vweight	Vsan	Vmid	Vavg	Vweight	Vsan	Vmid
(Minute)	(Sec)	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
0-6	0-360	14.7	14.0	10.3	13.8	14.7	14.0	10.3	13.9
6-7	360-419	16.0	13.9	8.8	13.3	15.7	13.9	8.8	13.0
7-8	420-479	20.3	24.5	17.7	17.9	19.6	22.7	18.5	17.2
8-9	480-539	25.4	28.5	13.6	26.7	28.4	27.2	16.4	23.3
9-10	540-599	34.7	33.3	27.1	23.3	29.0	30.1	20.0	22.6
10-11	600-659	24.7	21.9	46.4	26.1	26.7	26.1	44.1	36.4
11-12	660-719	9.9	15.8	68.3	9.8	16.8	25.7	80.7	7.1
12-13	720-779			72.0	11.7		69.8	37.4	8.5
13-14	780-839			72.9	14.0	77.3	10.2	124.8	29.9
14-15	840-899	113.6	18.5	49.7	10.0	13.2		42.9	1.6
15-16	900-959	14.7	67.3	20.2	16.6	6.7	1.6	54.3	0.8
16-17	960-1019	6.9	8.4	45.1	4.1	2.3	5.6	60.0	5.6
17-18	1020-1079	60.3	115.6	12.9	155.3	107.7	0.8	39.6	4.6
18-19	1080-1139	153.2	81.0	24.8		1.9		54.5	124.7
19-20	1140-1199	89.4		52.9	91.3	16.3	14.7	30.8	77.7
More 20	More 1200	321.2	307.6	226.5	284.7	243.3	238.4	180.6	283.3

จากข้อมูลในตาราง วิธีการที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลามีการสลับไปมา รวมทั้งวิธีการที่ดีที่สุดที่ได้จากการรวมเวลาแบบ Instantaneous และ Timeslice นั้นมีบางช่วงเวลาที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งแตกต่างจากการเลือกใช้วิธีการตามวิธีการปรับปรุงในวิธีการแรกที่มีรูปแบบแน่นอนและผลที่ดีที่สุดจากการรวมเวลาแต่ละรูปแบบสอดคล้องกัน

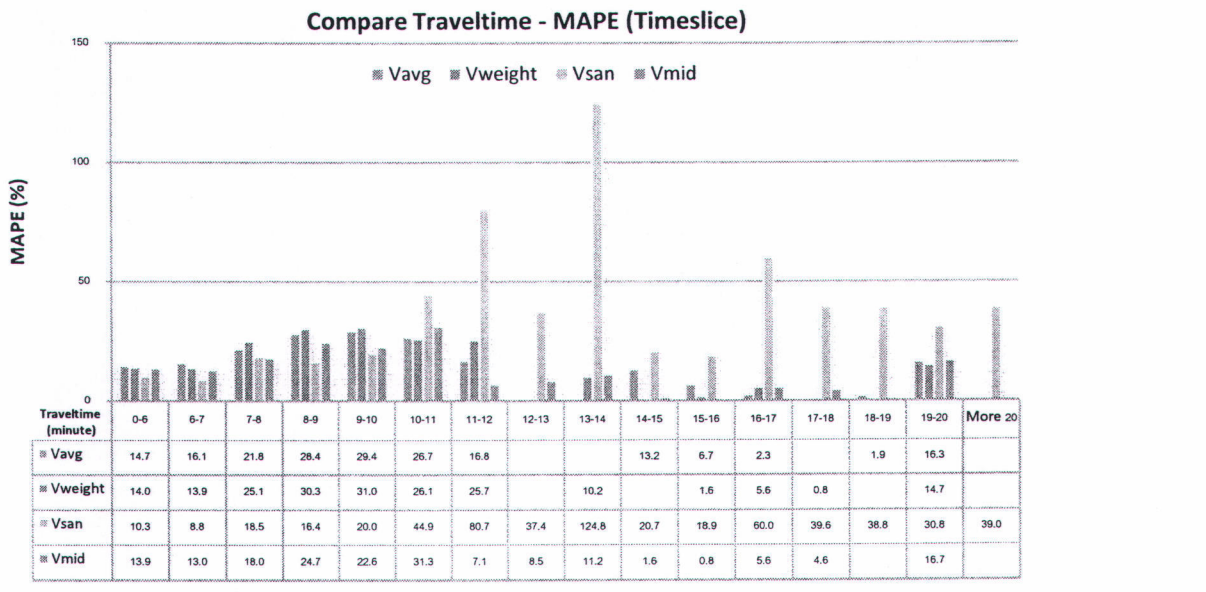
อีกทั้งข้อมูลที่มีการเว้นว่างในบางช่วงเวลาอันเนื่องมาจากช่วงเวลาการเดินทางในบางช่วงนั้นบางวิธีไม่มีผลที่อยู่ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ทำให้ยากในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการเนื่องจากค่าที่ว่างดังกล่าวอาจจะเป็นวิธีที่สามารถประมาณเวลาได้ดีกว่าวิธีอื่นในช่วงเวลานั้นดังนั้นจึงจะลองตัดในส่วนของข้อมูลที่อาจส่งผลให้ค่าแปรปรวนออกก่อน และทำการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมตามสภาพข้อมูลที่มีมาใช้ต่อไป

เนื่องจากข้อมูลช่วง 5:00 - 6:00 น.ค่อนข้างแปรปรวนและคลาดเคลื่อน อาจส่งผลกระทบต่อแนวทางเลือกวิธี ดังนั้นก่อนเลือกวิธีการ ทำการทดสอบอีกครั้งโดยตัดช่วงเวลาดังกล่าวออกแล้วนำมาพิจารณาเปรียบเทียบอีกครั้งได้ผลดังรูปที่ 5.16 - 5.17 และตารางที่ 5.5



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	14.7	16.4	20.3	30.0	34.7	24.7	9.9				14.7	6.9	12.6		20.2	
Vweight	14.0	13.9	27.0	31.3	34.4	21.9	15.8			18.5	6.7	8.4		13.2		
Vsan	10.3	8.8	17.5	13.6	25.5	46.4	68.3	72.0	66.0	49.7	20.2	45.1	12.9	33.0	52.9	42.0
Vmid	13.8	13.3	18.6	26.7	23.3	22.1	9.8	11.7	14.0	10.0	16.6	4.1			22.8	

รูปที่ 5.16 **การเปรียบเทียบค่า** MAPE **ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ** Instantaneous-SMS-**นำข้อมูล** 5:00-6:00 **น. ออก)**



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	14.7	16.1	21.8	28.4	29.4	26.7	16.8			13.2	6.7	2.3		1.9	16.3	
Vweight	14.0	13.9	25.1	30.3	31.0	26.1	25.7		10.2		1.6	5.6	0.8		14.7	
Vsan	10.3	8.8	18.5	16.4	20.0	44.9	80.7	37.4	124.8	20.7	18.9	60.0	39.6	38.8	30.8	39.0
Vmid	13.9	13.0	18.0	24.7	22.6	31.3	7.1	8.5	11.2	1.6	0.8	5.6	4.6		16.7	

รูปที่ 5.17 **การเปรียบเทียบค่า** MAPE **ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ** Timeslice-SMS-**นำข้อมูล** 5:00-6:00 **น. ออก)**

ตารางที่ 5.5 การเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงระยะเวลาการเดินทาง (นำข้อมูลช่วง 5:00-6:00น. ออก - SMS)

Travel Time		Instantaneous				Timeslice			
		Vavg	Vweight	Vsan	Vmid	Vavg	Vweight	Vsan	Vmid
(Minute)	(Sec)	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
0-6	0-360	14.7	14.0	10.3	13.8	14.7	14.0	10.3	13.9
6-7	360-419	16.4	13.9	8.8	13.3	16.1	13.9	8.8	13.0
7-8	420-479	20.3	27.0	17.5	18.6	21.8	25.1	18.5	18.0
8-9	480-539	30.0	31.3	13.6	26.7	28.4	30.3	16.4	24.7
9-10	540-599	34.7	34.4	25.5	23.3	29.4	31.0	20.0	22.6
10-11	600-659	24.7	21.9	46.4	22.1	26.7	26.1	44.9	31.3
11-12	660-719	9.9	15.8	68.3	9.8	16.8	25.7	80.7	7.1
12-13	720-779			72.0	11.7			37.4	8.5
13-14	780-839			66.0	14.0		10.2	124.8	11.2
14-15	840-899		18.5	49.7	10.0	13.2		20.7	1.6
15-16	900-959	14.7	6.7	20.2	16.6	6.7	1.6	18.9	0.8
16-17	960-1019	6.9	8.4	45.1	4.1	2.3	5.6	60.0	5.6
17-18	1020-1079	12.6		12.9			0.8	39.6	4.6
18-19	1080-1139		13.2	33.0		1.9		38.8	
19-20	1140-1199	20.2		52.9	22.8	16.3	14.7	30.8	16.7
More 20	More 1200			42.0				39.0	

เมื่อทำการตัดข้อมูลในช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น. ออกและทำการเรียงข้อมูลใหม่ หลังจากนั้นทำการระบุวิธีการที่ดีที่สุดในแต่ละช่วงระยะเวลาการเดินทาง พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนบางค่าลดต่ำลงหรือหายไป สรุปได้ว่ามีสาเหตุมาจากข้อมูลในช่วงเวลา 5:00-6:00 น. นั่นเอง โดยการเปลี่ยนแปลงของวิธีการที่ดีที่สุด เกิดขึ้นเฉพาะช่วงระยะเวลาการเดินทางที่ใช้เวลาสูงคือในช่วง 15-16 นาที จากวิธี Vavg มาเป็น Vweight ช่วง 17-18 และ 19-20 นาที เปลี่ยนจาก Vsan มาเป็น Vavg และช่วง 18-19 เปลี่ยนจาก Vsan มาเป็น Vweight และที่น่าสังเกตคือเกิดขึ้นในฝั่งของการรวมเวลาการเดินทางแบบ Instantaneous เท่านั้น ส่วนในฝั่งของการรวมเวลาการเดินทางแบบ Timeslice วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละช่วงเวลายังคงเหมือนเดิม อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงภาพรวมของค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นของการรวมเวลาแบบ Timeslice ก็ต่ำกว่าแบบ Instantaneous ดังนั้นสรุปจึงเลือกใช้วิธีการดังกล่าวในการประมาณค่าเวลาการเดินทาง

4. หาค่าเวลาการเดินทางอ้างอิงที่จะนำมาใช้เลือกวิธีการประมาณเหมาะสม

เนื่องจากวิธีการที่เหมาะสมที่หาได้นั้นจะต้องนำไปเลือกใช้ตามค่าเวลาการเดินทางแต่ทว่าค่าเวลาที่จะนำมาใช้นั้น ยังไม่ทราบว่าใช้ค่าใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองหาวิธีการที่ให้ค่าเวลาการเดินทางที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ โดยทดลองใช้ค่าวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมดังกล่าวจับเข้ากับค่าตัวแปรที่เป็นไปได้ในทุกรูปแบบ ดังนี้คือ

- ใช้ค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ยที่ได้จากทั้ง 4 วิธีการรวมกัน และเนื่องจากใช้เฉพาะกับวิธี Timeslice เท่านั้น ดังนั้นจึงมีเพียง 1 วิธี ตัวอย่างตัวอักษรย่อคือ Vawsm หมายถึงการเฉลี่ยมาจากวิธี Vavg, Vweight, Vsan และ Vmid เป็นต้น
- ใช้ค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ยที่ได้จาก 3 วิธีการ มีจำนวนทั้งสิ้น 4 วิธี
- ใช้ค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ยที่ได้จาก 2 วิธีการ มีจำนวนทั้งสิ้น 6 วิธี
- ใช้ค่าเวลาการเดินทางที่ได้จาก 1 วิธีการ มีจำนวนทั้งสิ้น 4 วิธี

จากนั้นทำการหาค่า MAPE ของช่วงเวลาทั้งหมดในแต่ละรูปแบบเพื่อพิจารณาว่าเมื่อลองใช้วิธีการที่เหมาะสมดังกล่าวกับค่าเวลาการเดินทางที่ได้จากการเฉลี่ยในแต่ละรูปแบบแล้ววิธีการใดจึงจะเหมาะสมเป็นค่าอ้างอิงที่สุด โดยเลือกจากวิธีที่ได้ผลลัพธ์ MAPE สะสมที่ต่ำที่สุด และทดลองทำซ้ำอีกครั้งกับข้อมูลที่ตัดข้อมูลช่วงเวลา 5:00-6:00 น. ออก เพื่อให้ได้ผลของข้อมูลที่มีสภาพใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการจราจรจริง โดยได้ผลดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 MAPE ของวิธีการหาค่าเวลาการเดินทางอ้างอิงแต่ละรูปแบบ (SMS)

Method	Vawsm	Vaws	Vawm	Vasm	Vwsm	Vaw	Vas	Vam	Vws	Vwm	Vsm	Va	Vw	Vs	Vm
No.	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
Period	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22	5-22
MAPE	25.7	25.7	27.9	26.9	27.2	28.9	27.8	27.1	27.9	26.4	28.2	28.7	28.7	25.7	25.2
Method	Vawsm	Vaws	Vawm	Vasm	Vwsm	Vaw	Vas	Vam	Vws	Vwm	Vsm	Va	Vw	Vs	Vm
No.	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
Period	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22
MAPE	13.7	13.7	16.2	14.6	14.9	17.2	15.8	15.8	15.9	14.8	16.0	16.9	16.7	13.7	13.8

a = avg w=weight s=san m=mid

เมื่อพิจารณาพบว่าค่าเวลาการเดินทางที่ควรจะนำมาใช้อ้างอิง ว่าช่วงเวลาดังกล่าวควรใช้วิธีการประมาณแบบใดนั้น วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือวิธีการ Vm หรือคือการอ้างอิงจากค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้จากค่าความเร็วที่จุดกึ่งกลางวิธีการเดียว เนื่องจากมีค่า MAPE ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ทั้งในรูปแบบที่ประมาณโดยใช้ช่วงเวลาทั้งหมด ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 25.2 และกรณีที่ตัดข้อมูลช่วง 5:00-6:00 น.ออก ซึ่งได้ ค่า MAPE เท่ากับ 13.8

5. นำวิธีการที่เหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาไปใช้และหาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เพื่อนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบ

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.7 พบว่าค่าที่ได้จากวิธีการปรับปรุงดังกล่าว มีความคลาดเคลื่อนที่ค่อนข้างดีในช่วงเวลาเร่งด่วน และช่วงเวลาปกติ แต่ทว่าไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุดในช่วงเวลาทั้งสองและค่อนข้างมีค่าความคลาดเคลื่อนที่สูงในช่วงเวลาฝนตก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากวิธีการอื่นๆทั้งหมด ดังนั้นจึงส่งผลทำให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยตลอดทั้งวันค่อนข้างสูง โดยค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 25.2

ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการปรับปรุงแบบที่ 2 (SMS)

Method	Instantaneous				Timeslice				D2
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	182.2	189.6	312.0	202.9	142.2	153.2	229.0	151.5	207.9
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	23.9	23.8	25.6	13.3	22.7	23.1	25.9	11.9	13.6
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.3	9.4	60.3	23.3	7.3	9.4	60.3	23.3	37.4
Off-Peak	14.9	14.1	10.9	14.0	15.0	14.1	11.2	13.9	10.5
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	26.2	26.3	36.5	25.8	23.6	24.0	31.8	22.3	25.2
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	16.5	16.1	19.2	14.7	16.2	15.9	19.5	14.3	13.8

โดยสาเหตุที่ทำให้ผลออกมาเป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก วิธีการที่เลือกได้ในแต่ละช่วงเวลาการเดินทางที่เหมาะสมนั้นมีในส่วนของวิธีการ Vsan และ Vmid อยู่หลายช่วง ซึ่งวิธีการดังกล่าวอย่าง Vmid และ Vsan นั้น ใช้ค่าตรงตำแหน่งกึ่งกลาง และค่าความเร็วที่มากที่สุดตามลำดับในการคำนวณโดยตรงเพียงค่าเดียว ดังนั้นเมื่อใดที่ทำการประมาณแล้วค่าตรงกับสภาพความเป็นจริง ค่าความคลาดเคลื่อนที่พบก็จะน้อยมากทำให้วิธีการดังกล่าวถูกเลือก แต่ถ้าคลาดเคลื่อนเมื่อใดก็จะเกิดความคลาดเคลื่อนสูงมากเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการ Vsan ที่สามารถสังเกตเห็นถึงลักษณะดังกล่าวได้ชัดเจนจากข้อมูลที่ผ่านๆ มา

ซึ่งจากวิธีการปรับปรุงแบบที่ 2 ถ้าตัดช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น.ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงมากออกไป โดยกำหนดให้ช่วงเวลาตลอดวันเริ่มที่ 6:00 น. และสิ้นสุดที่ 22:00 น. ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งวันในช่วงเวลาดังกล่าวจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 13.8 ซึ่งสูงกว่าวิธีการปรับปรุงวิธีแรกที่ได้ค่าดังกล่าวร้อยละ 11 เล็กน้อย

นับว่าเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมในการที่จะเลือกนำมาใช้ในกรณีที่มีข้อมูลจำนวนมาก เพราะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ โดยส่วนใหญ่ และเป็นวิธีที่สามารถประยุกต์ปรับปรุงช่วงในการเลือกวิธีการประมาณให้เหมาะสมมากขึ้นได้ โดยอาศัยจำนวนข้อมูลที่มากขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการเติมเต็มช่องว่างบางช่วงในแต่ละวิธีการที่ยังไม่มีข้อมูล และปรับปรุงทำให้วิธีการที่จะนำมาใช้ในแต่ละช่วงระยะเวลาการเดินทางเหมาะสมและสะท้อนตามความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

5.3.3 สรุปผลแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อน

จากผลของการศึกษาที่ผ่านมาดังตารางที่ 5.8 พบว่าวิธีการที่น่าจะเหมาะในการนำมาใช้กับข้อมูล SMS มากที่สุดคือการปรับปรุงวิธีการแรกซึ่งเป็นการเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงเวลาตามสภาพข้อมูล โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีการประมาณอื่น โดยสามารถสรุปถึงวิธีการที่จะนำไปใช้ได้ดังนี้

1. ในส่วนของการเลือกใช้ค่าความเร็วในการประมาณเวลาการเดินทาง

   เลือกใช้ค่า Vavg ในช่วงที่ข้อมูลคลาดเคลื่อนสูง เช่น ช่วงฝนตก ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น
   เลือกใช้ค่า Vsan ในช่วงเวลาปกติ
   เลือกใช้ค่า Vmid ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

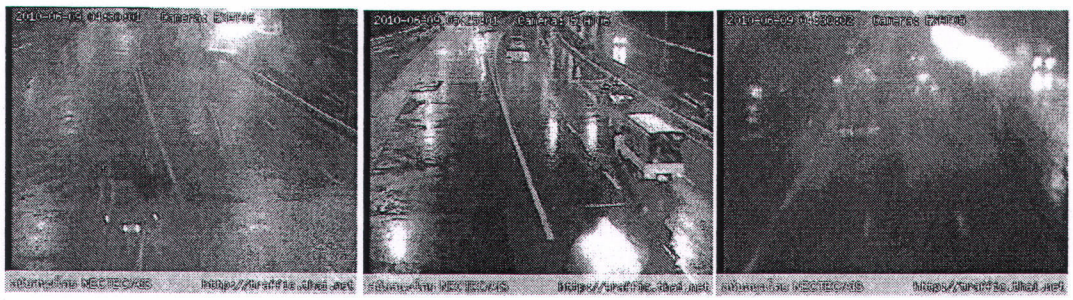
2. ในส่วนของวิธีการรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง
   เลือกใช้วิธี Timeslice

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการทั้งหมด (SMS)

Method	Instantaneous				Timeslice				D1	D2
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid		
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	182.2	189.6	312.0	202.9	142.2	153.2	229.0	151.5	142.2	207.9
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	23.9	23.8	25.6	13.3	22.7	23.1	25.9	11.9	11.9	13.6
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.3	9.4	60.3	23.3	7.3	9.4	60.3	23.3	7.3	37.4
Off-Peak	14.9	14.1	10.9	14.0	15.0	14.1	11.2	13.9	11.2	10.5
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	26.2	26.3	36.5	25.8	23.6	24.0	31.8	22.3	18.8	25.2
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	16.5	16.1	19.2	14.7	16.2	15.9	19.5	14.3	11.0	13.8

โดยในการประมาณเวลาการเดินทาง พบว่าบางช่วงเวลามีความผิดพลาดของข้อมูลสูงไม่สามารถประมาณเวลาให้ถูกต้องได้ จึงควรจำแนกสภาพข้อมูลดังกล่าวออก อาทิเช่น ข้อมูลที่ผิดพลาดอันเนื่องมาจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ประมวลผลภาพที่มีความผิดพลาดสูงในช่วงเวลาที่มีฝนตก โดยพบปัญหาเรื่องคุณภาพของภาพที่ต่ำและเงาสะท้อนของยานพาหนะและแสงไฟบนเส้นทางที่มีผลต่อการประมวลผลภาพ ดังตัวอย่างภาพในรูปที่ 5.18

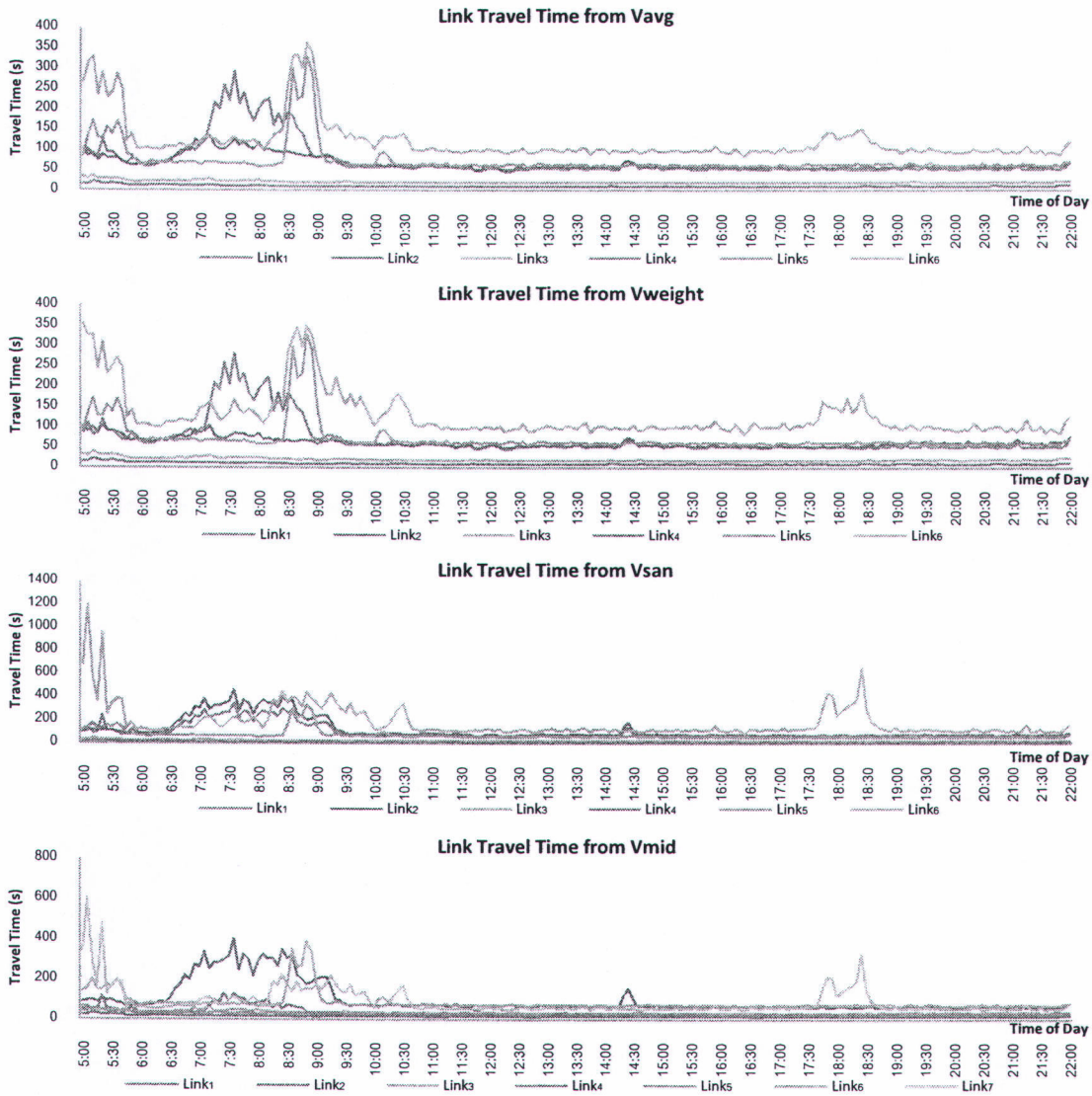


รูปที่ 5.18 ตัวอย่างภาพในช่วงเวลาฝนตก

โดยปัญหาดังกล่าวทำให้ข้อมูลที่ได้จากระบบประมวลผลภาพวิดีทัศน์มีความผิดพลาดสูง เช่น เมื่อเกิดเงาสะท้อนจากยานพาหนะจะส่งผลให้นับจำนวนยานพาหนะได้มากกว่าความเป็นจริง หรือเมื่อภาพถ่ายไม่ชัดเจนจะทำให้ไม่สามารถจับภาพยานพาหนะหรือไม่สามารถตรวจนับค่าความเร็วได้ถูกต้อง ดังข้อมูลในช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น. ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อตรวจสอบจากภาพวีดิทัศน์กับข้อมูลที่ได้จากระบบประมวลผลภาพพบว่ามีปัญหาของข้อมูลที่ยานพาหนะมีจำนวนมากและใช้ความเร็วต่ำกว่าสภาพความเป็นจริงที่พบจากภาพวีดิทัศน์อย่างชัดเจน ทำให้ข้อมูลการจราจรมีความผิดพลาดสูง ซึ่งเป็นสาเหตุให้การประมาณเวลาการเดินทาง (ข้อมูล SMS) ในช่วงเวลาดังกล่าวมีความคลาดเคลื่อนสูงมากถึงร้อยละ 140 - 300

5.4 การประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทาง (ข้อมูล TMS)

ผลวิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางบนช่วงทางด้วยรูปแบบความเร็วทั้ง 4 วิธี จากข้อมูลความเร็ว TMS ของสถานีสำรวจดังรูปที่ 5.19 พบว่ามีรูปแบบของค่าเวลาการเดินทางในแต่ละช่วงทางไปในทิศทางเดียวกันเหมือนข้อมูล SMS คือมีการใช้เวลาการเดินทางที่สูงและแปรปรวนในช่วงเวลา 5:00-6:00 น. ที่มีฝนตกเพียงแต่ช่วงดังกล่าวมีค่าต่ำลงมากโดยมาใกล้เคียงกับข้อมูลช่วงเวลาเร่งด่วนซึ่งต่างจากข้อมูล SMS มากเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 5.19 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาการเดินทางบนช่วงทางในแต่ละวิธี (TMS)

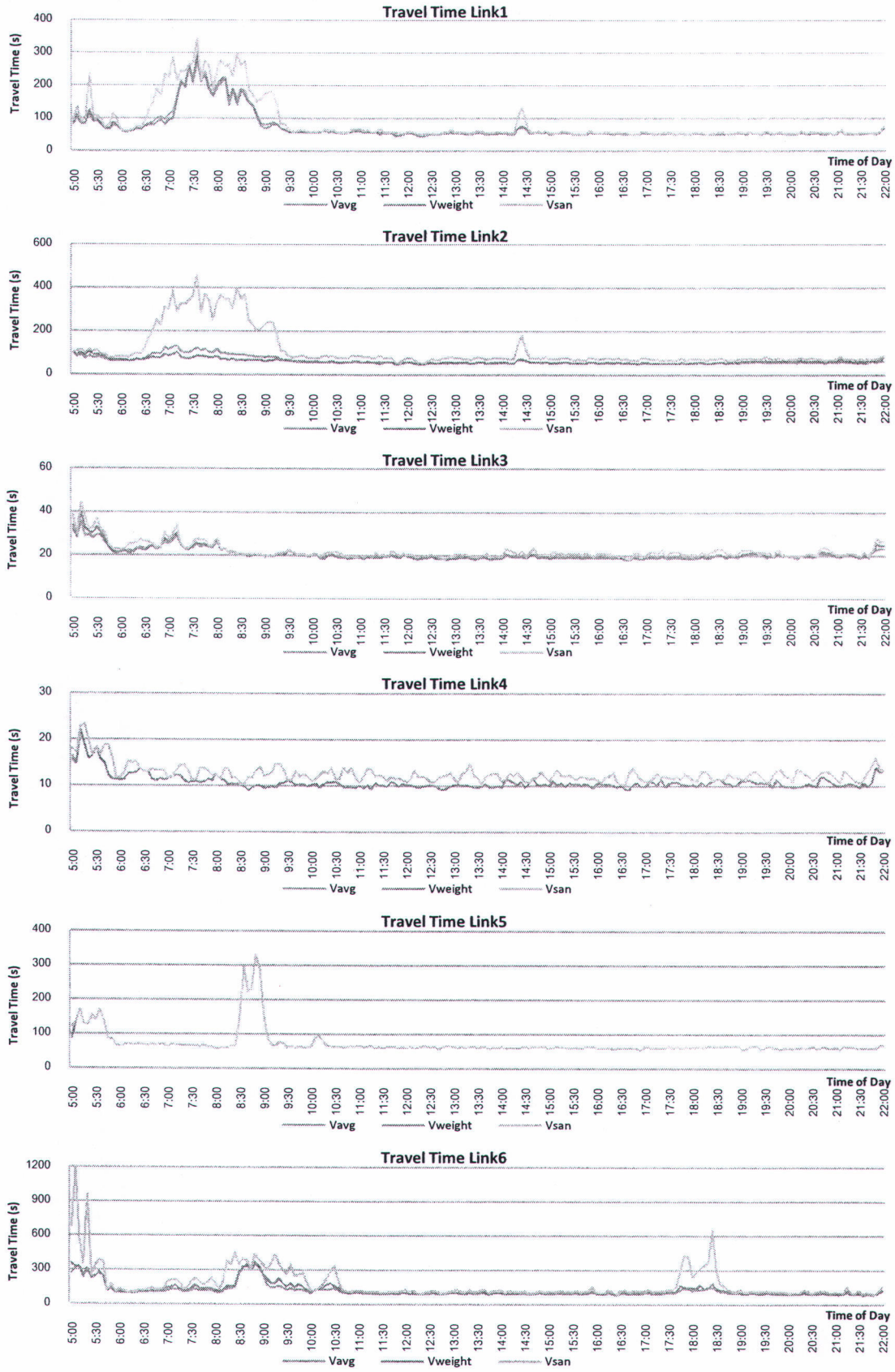
นอกนั้นในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเวลาประมาณ 6:00-10:00 น.ที่มีปริมาณการจราจรขาเข้าเมืองหนาแน่น และช่วงนอกเวลาดังกล่าวมีค่าที่ประมาณได้จากแต่ละวิธีค่อนข้างจะใกล้เคียงกันตลอดเวลา เมื่อเปรียบเทียบค่าเวลาการเดินทาง 4 วิธีการ พบว่าวิธี Vavg และ V weight มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันมากในทุกช่วงเวลาโดยสังเกตได้จากรูปแบบการเพิ่มลดของค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้ เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบเวลาการเดินทางบนช่วงทางที่ประมาณได้จาก TMS ดังรูปที่ 5.20 พบว่ามีลักษณะเหมือนกับผลที่ได้จากข้อมูล SMS เพียงแต่ค่าเวลาการเดินทางบนช่วงทางที่ประมาณได้มีค่าต่ำลงทุกช่วงเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลา 5:00-6:00 น. ที่ข้อมูลเปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากข้อมูล TMS มีค่าสูงกว่า SMS จึงเป็นสาเหตุให้ค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณจากวิธี Vsan ที่เคยสูงมากมีค่าลดลง

โดยสรุปสภาพช่วงทางที่ส่งผลกระทบถึงวิธีการประมาณเวลาการเดินทางดังนี้

ช่วงทาง 1 และ 2 อยู่บริเวณช่วงต้นของพื้นที่ในการศึกษา ได้รับผลกระทบจากปริมาณการจราจรที่เข้ามาบริเวณทางขึ้นและลักษณะที่ทางหลักต้องชะลอความเร็วเมื่อมียานพาหนะเข้ามาในเส้นทางจากทางขึ้น อีกทั้งมีการรวมและลดจำนวนช่องจราจรลงบริเวณหลังทางขึ้น ส่งผลต่อความเร็วในการขับขี่ที่ถูกรบกวนทำให้ความเร็วต่ำลงและมีสะพานพระราม 9 อยู่ในช่วงดังกล่าว จึงทำให้ค่าประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทางในทุกวิธีมาก โดยใช้เวลาการเดินทางสูงสุดแต่ละช่วงไม่เกิน 450 วินาที

ช่วงทาง 3 และ 4 อยู่บริเวณช่วงกลางของเส้นทาง มีทางออกจากทางพิเศษความเร็วของการจราจรบนช่วงดังกล่าวจึงค่อนข้างสูงคงที่และเป็นช่วงทางที่มีระยะทางสั้น ดังนั้นค่าประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทางในทุกวิธีจึงต่ำกว่าช่วงทางอื่น โดยใช้เวลาการเดินทางสูงสุดแต่ละช่วงไม่เกิน 45 วินาที

ช่วงทาง 5 และ 6 อยู่บริเวณช่วงปลายของเส้นทาง เป็นช่วงทางที่ได้รับผลกระทบจากทางขึ้น, การรวมช่องจราจร และการชะลอตัวของยานพาหนะก่อนออกสู่ทางออกบริเวณช่วงปลายของเส้นทาง ส่งผลให้ความเร็วในการขับขี่ถูกรบกวนและมีค่าความเร็วต่ำ จึงทำให้ค่าประมาณเวลาการเดินทางบนช่วงทางในทุกวิธีเพิ่มมากขึ้น โดยใช้เวลาการเดินทางสูงสุดแต่ละช่วงไม่เกิน 1200 วินาที



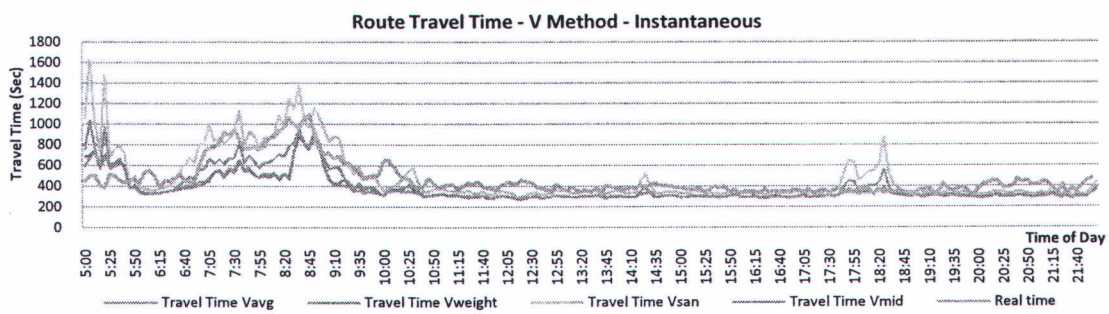
รูปที่ 5.20 **เวลาการเดินทางบนช่วงทางที่ได้จากวิธีประมาณเวลาเดินทางแต่ละวิธี** (TMS)

5.5 การประมาณเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง (ข้อมูล TMS)

5.5.1 การรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรง ณ ช่วงเวลาเดียวกัน (Instantaneous)

จากผลการรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรงในแต่ละวิธีจากรูปที่ 5.21 พบว่า

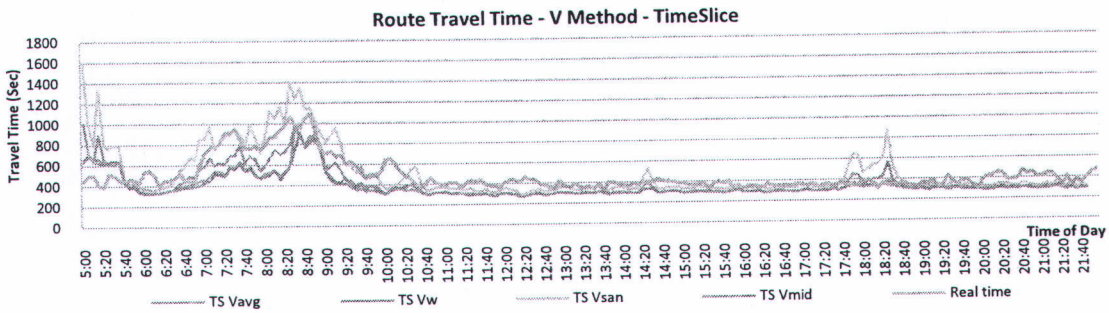
- ช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น. เวลาการเดินทางที่ประมาณได้จากทุกวิธีการมีค่าสูงกว่าค่าจริงและมีความแปรปรวน แต่ต่ำกว่าในกรณีใช้ข้อมูล SMS มาก
- ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าซึ่งครอบคลุมในช่วงเวลาประมาณ 6:00 – 10:00 น. นั้นมีค่าเวลาการเดินทางที่เพิ่มสูงขึ้นในระดับหนึ่ง โดยเพิ่มสูงขึ้นในเวลาประมาณ 8:30 น. และค่อยๆลดลงหลังจากเวลา 9:00 น. โดยวิธีการส่วนใหญ่ประมาณได้ค่าเวลาการเดินทางต่ำกว่าค่าจริง ยกเว้นวิธี Vsan ที่ประมาณได้ค่าสูงกว่าในช่วงเร่งด่วน
- นอกเหนือจากช่วงเวลาข้างต้น เวลาการเดินทางค่อนข้างคงที่ ไม่ว่าในช่วงเวลากลางวันหรือเวลากลางคืนโดยวิธีการส่วนใหญ่ประมาณได้ค่าเวลาการเดินทางต่ำกว่าค่าจริง ยกเว้นวิธี Vsan ที่ประมาณค่าเวลาได้สูงที่สุดในบรรดาวิธีการต่างๆ จึงมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด จากกรณีการใช้ข้อมูล TMS



รูปที่ 5.21 เวลาการเดินทางด้วยวิธี Instantaneous (TMS)

5.5.2 การรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นแบบขั้นบันได (TimeSlice)

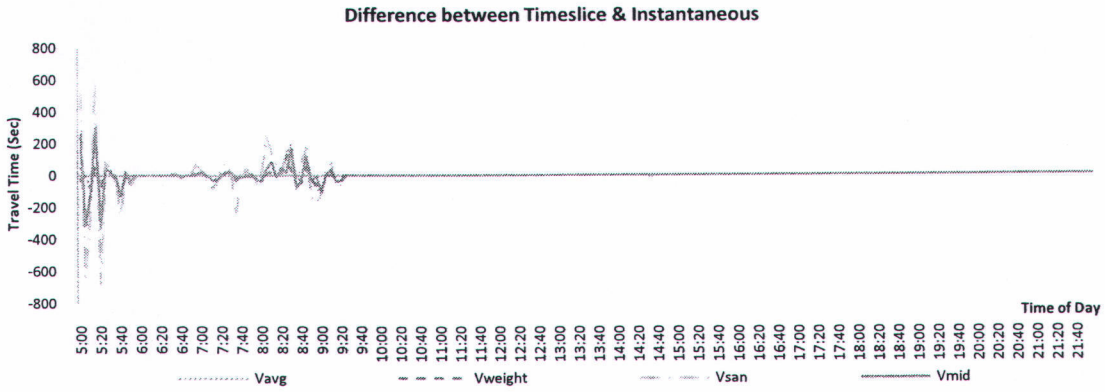
จากผลการรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นแบบขั้นบันไดที่ได้ในแต่ละวิธีจากรูปที่ 5.22 พบว่า ลักษณะของค่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยรวม มีลักษณะใกล้เคียงกับการรวมเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรง ณ ช่วงเวลาเดียวกันในทุกช่วงเวลา โดยมีความแตกต่างกันเพียงในบางจุด เนื่องมาจากวิธีบวกรวมแบบขั้นบันได จะใช้เวลาในช่วงเวลาถัดไปบวกรวมเมื่อเวลาการเดินทางที่ใช้ในแต่ละช่วงนั้นเกินระยะเวลาทุกช่วง 5 นาที และเนื่องจากเวลาการเดินทางโดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 5 – 8 นาที ดังนั้นช่วงของค่าเวลาที่ใช้จะแตกต่างจากวิธีการแรกเพียงแค่ 1 ครั้งทำให้ไม่เห็นความแตกต่างเท่าใดนัก แต่จะแตกต่างสูงในกรณีที่ระยะเวลาเดินทางใช้เวลามากทำให้ต้องใช้ค่าเวลาในช่วงเวลาถัดมาทำการบวกค่าเวลาการเดินทางมากกว่า 1 ครั้ง ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือข้อมูลมีความแปรปรวนสูงดังสังเกตได้ในช่วงเวลา 5:00 – 10:00 น. และ 17:30 – 19:00 น.



รูปที่ 5.22 เวลาการเดินทางด้วยวิธี TimeSlice (TMS)

5.5.3 ผลต่างของวิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ Instantaneous และ Timeslice

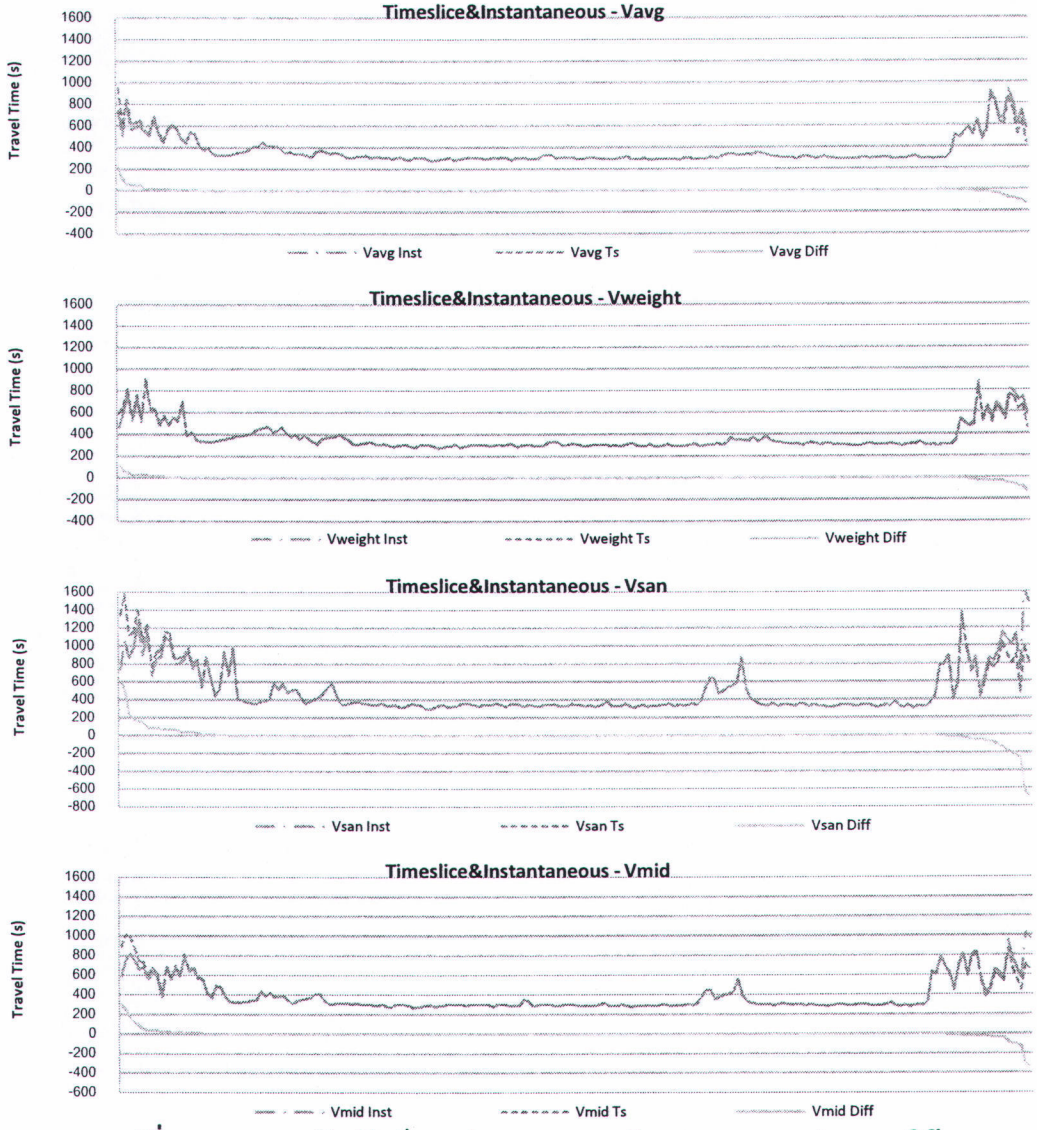
การรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางด้วยวิธีการทั้งสองดังที่ได้กล่าวมา จากรูปที่ 5.23 ได้ผลที่ใกล้เคียงกันมากในช่วงเวลาปกติที่สภาพการจราจรสามารถเคลื่อนตัวได้อย่างคล่องตัว โดยสังเกตุได้จากแผนภูมิค่าความแตกต่างระหว่างวิธีการรวมเวลาทั้งสองวิธี ที่เส้นกราฟจากวิธีการประมาณในแต่ละวิธีมีค่าต่ำมากเกือบจะเป็นศูนย์ไปตามแนวแกน เนื่องจากค่าที่ได้จะแตกต่างกันก็ต่อเมื่อการเดินทางบนช่วงทางใช้เวลาเกินระยะเวลา 5 นาที ที่จะส่งผลทำให้วิธีการรวมเวลาแบบขั้นบันไดใช้ค่าเวลาเดินทางบนช่วงทางในช่วงเวลาถัดไปที่สอดคล้องกับเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงมาทำการบวกรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง ทำให้เกิดผลต่างระหว่างทั้งสองวิธี



รูปที่ 5.23 **ผลต่างวิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ** Instantaneous **และ** Timeslice (TMS)

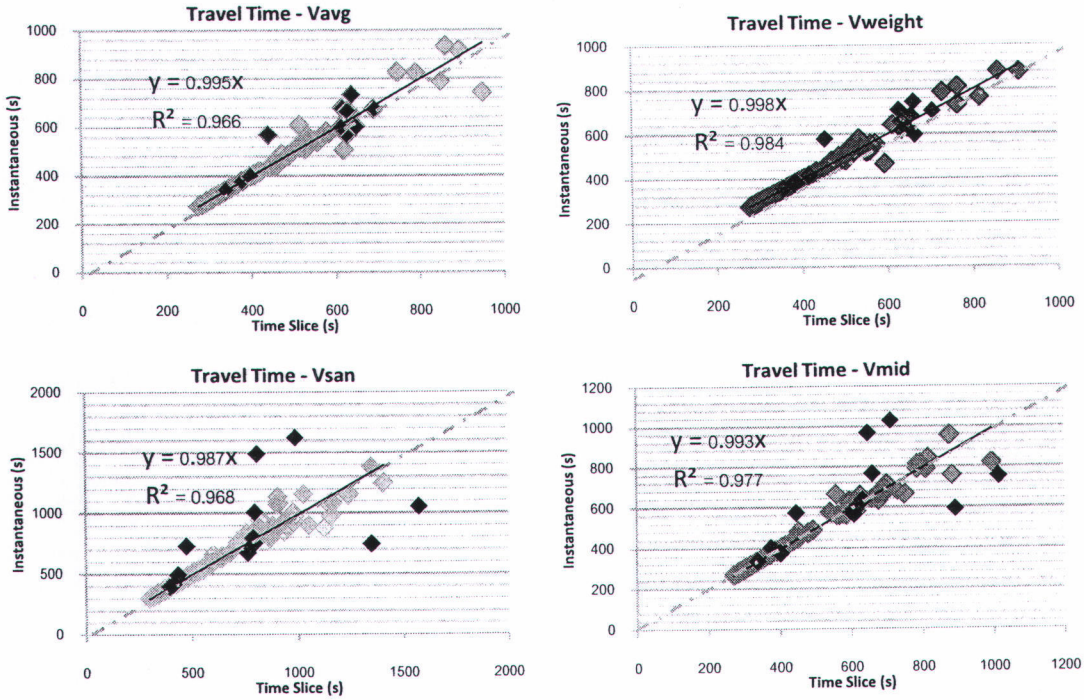
โดยเมื่อพิจารณาในส่วนของค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากรูปที่ 5.24 ความแตกต่างมีทั้งในส่วนที่เป็นค่าบวกและส่วนที่เป็นค่าลบ แสดงให้เห็นว่าการรวมเวลาการเดินทางทั้งสองวิธี ไม่มีวิธีการใดที่สามารถบวกรวมค่าได้มากกว่าหรือน้อยกว่าเสมอ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรและข้อมูลที่เกิดในแต่ละช่วงเวลา

เมื่อนำค่าความแตกต่างระหว่างการรวมเวลาทั้งสองวิธี(V Diff) มาจัดเรียงจากมากไปน้อยพบว่าความแตกต่างมักจะเกิดที่บริเวณช่วงเวลาการเดินทางที่มากกว่า 400 วินาที ไม่ว่าจะเป็นวิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางโดย Vavg, Vweight, Vsan และ Vmid ความแตกต่างระหว่างวิธีการรวมค่าเวลาจะเพิ่มสูงขึ้นตามค่าระยะเวลาการเดินทางที่มีมากขึ้น ทั้งในค่าความแตกต่างเชิงบวกและในเชิงลบ ซึ่งจากกราฟจะแสดงค่าเป็นเชิงบวกเมื่อวิธีการรวมแบบ Timeslice มีค่าสูงกว่า Instantaneous และในทางกลับกันจะได้ค่าความแตกต่างเป็นลบ เมื่อวิธีการ Instantaneous สามารถรวมค่าเวลาการเดินทางได้สูงกว่า



รูปที่ 5.24 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการเดินทางและผลต่างของวิธีการรวมเวลาการเดินทาง (TMS)

โดยเมื่อพิจารณาในภาพรวมจากรูปที่ 5.25 วิธีการ Vavg และ Vweight มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และวิธีการประมาณเวลาแบบ Vsan และ Vmid จะมีระดับค่าความแตกต่างที่สูงกว่าบริเวณช่วงปลายที่มีค่าการประมาณเวลาการเดินทางที่ใช้เวลามาก



รูปที่ 5.25 ความสัมพันธ์ระหว่างการรวมเวลาการเดินทางแบบ Instantaneous และ Timeslice (TMS)

เมื่อทำการพิจารณาจากลักษณะการกระจายตัวของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการรวมเวลาการเดินทางแบบ Instantaneous และ Timeslice ในแต่ละวิธีการประมาณค่าความเร็วแล้ว พบว่าจะมีจุดที่แตกต่างกันอยู่ 2 จุดคือ

1. ระดับของช่วงเวลาที่เริ่มเกิดการกระจายตัวของค่าความแตกต่าง

- วิธี Vavg และ Vweight จะเริ่มเกิดการกระจายตัวของค่าความแตกต่างสูงในช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางประมาณ 600 วินาที ส่วนในช่วงก่อนหน้านั้นข้อมูลที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน
- วิธี Vsan และ Vmid โดยวิธี Vsan เริ่มเกิดการกระจายตัวของค่าความแตกต่างในช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางประมาณ 1000 วินาที ส่วนในการประมาณค่าเวลาด้วยวิธี Vmid เริ่มเกิดการกระจายตัวของค่าความแตกต่างในช่วงที่ใช้เวลาการเดินทางประมาณ 800 วินาที

2. แนวโน้มของค่าความแตกต่าง

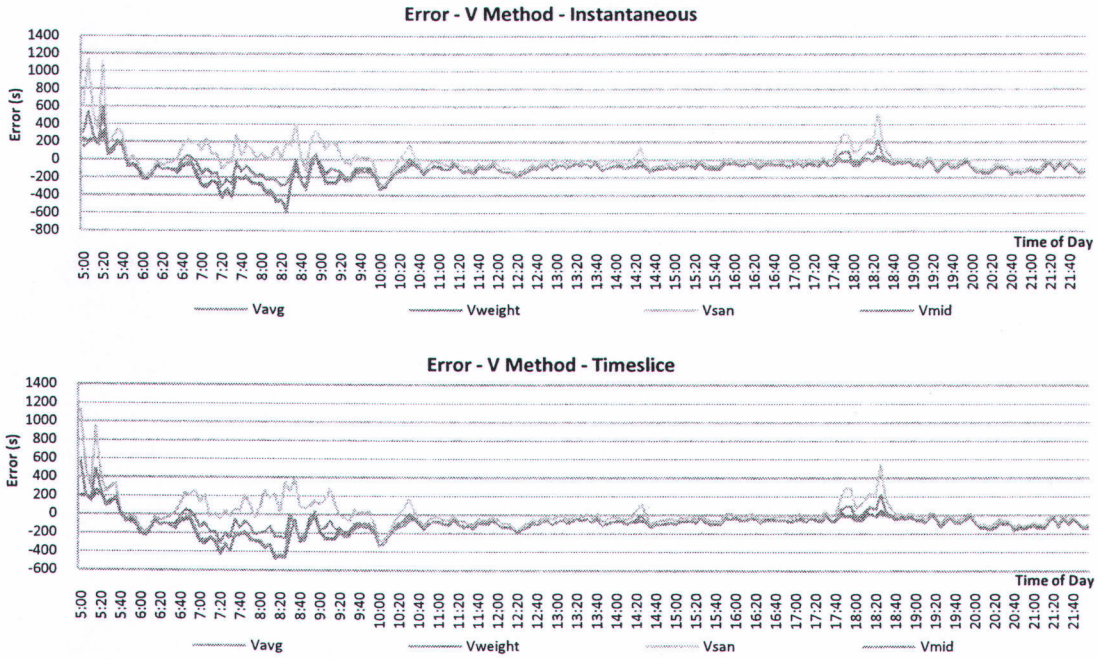
ถึงแม้ว่าความแตกต่างของทั้งสองวิธีจะมีค่าทั้งเป็นบวกและเป็นลบ คือในบางครั้ง วิธีการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแบบ Instantaneous และแบบ Timeslice จะสลับกันมีค่ามากและน้อยกว่าแตกต่างกันไป แต่เมื่อสังเกตจากการกระจายตัวของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการรวมเวลาการเดินทางโดยภาพรวมแล้ว พบว่าค่าความชันที่ได้จากทุกวิธีน้อยกว่า 1 ซึ่งก็คือค่าในแนวแกนนอนหรือค่าจากวิธีการ Timeslice มีค่ามากกว่าค่าการรวมเวลาแบบ Instantaneous

5.5.4 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง

จากการประมาณเวลาการเดินทางด้วยความเร็วทั้ง 4 วิธี และการรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางทั้ง 2 วิธี นำค่าในแต่ละวิธีมาทำการเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง โดยเปรียบเทียบจากค่าดังนี้

การเปรียบเทียบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนแบบผลต่าง Error

นำค่าที่ได้จากแต่ละวิธีการลบค่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงเพื่อหาค่าความแตกต่าง ทั้งนี้เพื่อพิจารณาว่าวิธีการที่ใช้นั้นสามารถประมาณได้มากหรือน้อยกว่าค่าจริงอย่างไร จากรูปที่ 5.26 พบว่าในช่วงเวลาส่วนใหญ่ วิธีการ Vavg Vweight และ Vmid สามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางได้ต่ำกว่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นจริงและแตกต่างจากค่าจริงมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้ข้อมูล TMS ทำให้ค่าเวลาการเดินทางต่ำลงไปกว่าผลจากข้อมูล SMS เนื่องจากผลของค่าความแตกต่างเป็นลบมากขึ้น ทั้งในการรวมเวลาแบบ Instantaneous และ Timeslice ซึ่งแตกต่างจากวิธี Vsan ที่ค่าความแตกต่างจากค่าจริงมีน้อยลงเนื่องจากเป็นวิธีประมาณที่ได้เวลาการเดินทางสูงที่สุดเสมอเมื่อเทียบกับวิธีการประมาณด้วยวิธีการความเร็วอื่นๆ

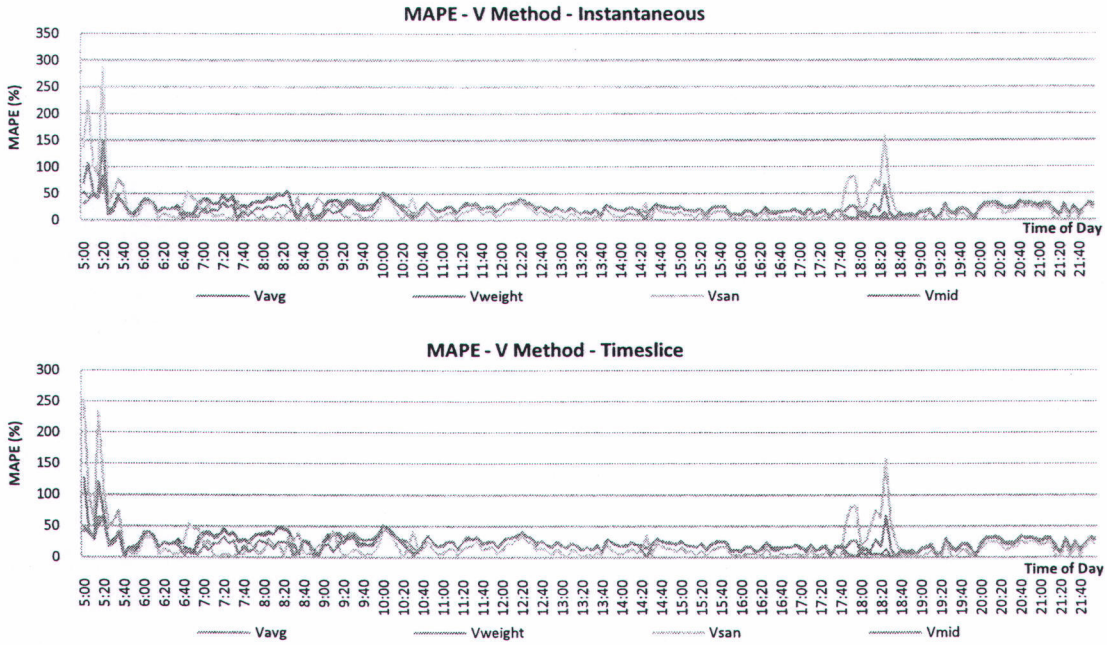


รูปที่ 5.26 **ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณเวลาการเดินทาง** (TMS)

เมื่อพิจารณาถึงระดับของความแตกต่างที่ปรากฏ พบว่าในช่วงการจราจรปกติจะเกิดผลความคลาดเคลื่อนค่อนข้างต่ำ สังเกตจากแนวเส้นแต่ละวิธีไล่ไปตามแนวแกนศูนย์ ยกเว้นในช่วงเวลาเร่งด่วน ที่ผลต่างมีเพิ่มมากขึ้น โดยวิธี Vsan ความแตกต่างจะเพิ่มมากขึ้นในทางบวก ส่วนวิธีการอื่นๆนั้น โดยภาพรวมความแตกต่างจะเพิ่มขึ้นในทางลบ ยกเว้น ในช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น.ที่ผลของค่าความแตกต่างนี้เพิ่มขึ้นในทางบวกทั้งหมด โดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดประมาณ 1100 วินาที หรือประมาณ 20 นาที

การเปรียบเทียบด้วยค่า MAPE

ค่าความคลาดเคลื่อนในวิธีการแรกเมื่อทำการบวกสะสมจะเกิดการหักล้างกันขึ้น ทำให้ไม่สามารถนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างในการวิเคราะห์รวมได้ ดังนั้นในการเปรียบเทียบถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จึงนิยมนำค่า MAPE มาใช้ โดยในการศึกษาครั้งนี้ แต่ละวิธีประมาณสามารถหาค่าของ MAPE ได้ดังรูปที่ 5.27



รูปที่ 5.27 ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในการประมาณเวลาการเดินทาง (TMS)

โดยสังเกตพบว่ารูปแบบของค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นมีรูปแบบเหมือนค่าคลาดเคลื่อนแบบผลต่าง เพียงแต่ค่าติดลบที่เกิดนั้นถูกยกขึ้นมาอยู่เหนือแกนเปลี่ยนเป็นค่าบวกทั้งหมดแทน และถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อน

โดยเมื่อพิจารณาภาพรวมแล้วพบว่าความแตกต่างของค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ

1. ช่วงเวลาฝนตก 5:00 – 6:00 น. และช่วงเวลาเร่งด่วน 2 17.30 – 19.00 ซึ่งการประมาณเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นคลาดเคลื่อนเฉลี่ยมากถึงร้อยละ 50-280 โดยวิธี Vsan แบบ Instantaneous จะคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีการอื่นอย่างเห็นได้ชัด
2. ในช่วงเวลาอื่นๆ ทั้งช่วงเวลาเร่งด่วน 1 6:00 – 10:00 น. และนอกเร่งด่วนมีสภาพคล้ายกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 10 - 50 โดยภาพรวมวิธี Vsan จะมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีอื่นๆ

โดยรายละเอียดของค่า MAPE ในแต่ละช่วงเวลาดังกล่าวนั้นจากตารางที่ 5.9 สามารถสรุปการเปรียบเทียบออกเป็น 2 รูปแบบคือการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการประมาณค่าความเร็วในแต่ละวิธี และการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง

ตารางที่ 5.9 สรุปค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในแต่ละช่วงเวลา (TMS)

Method	Instantaneous				Timeslice			
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	33.0	36.7	90.5	48.1	30.3	32.3	80.8	43.9
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	29.6	30.0	16.9	20.1	29.1	29.9	16.9	19.9
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.9	7.2	40.5	16.7	7.9	7.2	40.5	16.7
Off-Peak	22.2	21.0	12.9	22.1	22.2	21.0	13.0	22.1
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	23.3	22.9	20.9	22.7	23.0	22.6	20.3	22.4
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	22.7	22.0	16.5	21.1	22.6	21.9	16.5	21.0

สรุปการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความเร็วแต่ละวิธี

จากค่าความคลาดเคลื่อน สรุปให้เห็นว่าในแต่ละช่วงเวลานั้นวีธีการประมาณเวลาการเดินทางแต่ละวิธีสามารถให้ผลการประมาณที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน โดยพบว่าช่วงฝนตกวิธี Vavg เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุด ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นที่ได้รับผลกระทบจากตำแหน่งสถานีศึกษา Vweight เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุด ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลาปกติวิธี Vsan เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุด และเมื่อสรุปผลการใช้ข้อมูล TMS ตลอดทั้งวันพบว่าในภาพรวม 5:00 – 22:00 น. แต่ละวิธีให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ใกล้เคียงกันโดยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 20-24 ซึ่งวิธี Vsan มีผลความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมต่ำสุด

สรุปการเปรียบเทียบการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแต่ละวิธี

จากการเปรียบเทียบค่า MAPE พบว่าวิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ Timeslice นั้นสามารถประมาณเวลาการเดินทางได้แม่นยำกว่า วิธี Instantaneous เนื่องจากค่าที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีการความเร็วบางรูปแบบส่วนใหญ่ มีค่า MAPE ที่ต่ำกว่าวิธี Instantaneous โดยเห็นได้ว่าวิธี Timeslice นั้นสามารถช่วยลดค่าความคลาดเคลื่อนลงได้มากกว่าในช่วงเวลาที่เกิดความคลาดเคลื่อนสูง

5.6 การวิเคราะห์และเลือกใช้วิธีการหาค่าเวลาการเดินทางที่เหมาะสม (ข้อมูล TMS)

แนวทางการปรับปรุงเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนจากข้อมูล TMS มีขั้นตอนเหมือนในการใช้ข้อมูล SMS โดยมีผลดังนี้

5.6.1 การเลือกวิธีการหาค่าเวลาการเดินทางให้เหมาะสมกับช่วงเวลาตามสภาพข้อมูล (ปรับปรุงแบบที่ 1, D1)

การปรับปรุงวิธีการประมาณเวลาการเดินทางโดยเลือกใช้ให้เหมาะสมตามสภาพของช่วงเวลาตามสภาพข้อมูลนี้ เป็นการวิเคราะห์วิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางด้วยความเร็วในภาพรวม

เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่มีความเหมาะสมในช่วงเวลาที่แตกต่างกันตามสภาพของข้อมูลพบว่าวิธีที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงเวลาตามสภาพข้อมูลนั้น เป็นดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 สรุปวิธีที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงเวลาตามสภาพข้อมูล (TMS)

Method	Instantaneous				Timeslice			
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	33.0	36.7	90.5	48.1	30.3	32.3	80.8	43.9
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	29.6	30.0	16.9	20.1	29.1	29.9	16.9	19.9
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.9	7.2	40.5	16.7	7.9	7.2	40.5	16.7
Off-Peak	22.2	21.0	12.9	22.1	22.2	21.0	13.0	22.1
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	23.3	22.9	20.9	22.7	23.0	22.6	20.3	22.4
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	22.7	22.0	16.5	21.1	22.6	21.9	16.5	21.0

จากตารางที่ 5.10 พบว่าวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลานั้น เมื่อลองพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่เหมาะสมที่พบในการรวมเวลาแบบ Instantaneous และ Timeslice นั้น วิธีการที่ดีที่สุดดังกล่าวเป็นวิธีเดียวกัน ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะเลือกนำมาใช้ในการหาเวลาการเดินทาง กรณีการใช้ข้อมูล TMS

เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความเหมาะสมของวิธีการประมาณเวลาการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาตามสภาพข้อมูลที่ได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

- ช่วงเวลาฝนตก วิธี Vavg ให้ค่าที่คลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุดเนื่องจากข้อดีของวิธีดังกล่าว เป็นการเฉลี่ยค่าระหว่างสถานี ดังนั้นกรณีที่สภาพข้อมูลมีปัญหาได้ค่าไม่ถูกต้องวิธีการดังกล่าวจะสามารถช่วยเฉลี่ยให้ผลกระทบจากการคลาดเคลื่อนดังกล่าวลดลง ซึ่งลักษณะใกล้เคียงกับช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นที่การเฉลี่ยตามปริมาณการจราจรที่สถานีเก็บข้อมูล Vweight ทำให้ความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลที่สถานีสุดท้ายส่งผลกระทบต่อการประมาณเวลาทั้งเส้นทางน้อยลง

- ส่วนในช่วงเวลาอื่นๆ วิธีที่ดีที่สุดคือวิธี Vsan เนื่องจากการเลือกใช้ข้อมูล TMS ทำให้ค่าความเร็วโดยรวมเพิ่มมากขึ้นจากข้อมูล SMS ทำให้ค่าความเร็วต่ำสุดที่ วิธี Vsan เลือกใช้มีค่าสูงขึ้นและทำให้ค่าเวลาการเดินทางที่เคยประมาณได้สูงเกินไป มีค่าลดต่ำเข้าใกล้ค่าจริงมากยิ่งขึ้น

โดยในการหาค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางนั้น เลือกใช้วิธีการรวมเวลาการเดินทางแบบ Timeslice เนื่องจากเป็นวิธีการที่เกิดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำกว่าวิธี Instantaneous จากนั้นเมื่อสรุปได้ จึงเลือกใช้ผลค่าการประมาณที่ได้จากวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เกิดความคลาดเคลื่อน MAPE ต่ำสุดในแต่ละช่วงมาพิจารณาและประมาณค่าใหม่แล้วจึงนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการปรับปรุงแบบที่ 1 (TMS)

Method	Instantaneous				Timeslice				D1
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	33.0	36.7	90.5	48.1	30.3	32.3	80.8	43.9	30.3
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	29.6	30.0	16.9	20.1	29.1	29.9	16.9	19.9	16.9
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.9	7.2	40.5	16.7	7.9	7.2	40.5	16.7	7.2
Off-Peak	22.2	21.0	12.9	22.1	22.2	21.0	13.0	22.1	13.0
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	23.3	22.9	20.9	22.7	23.0	22.6	20.3	22.4	14.4
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	22.7	22.0	16.5	21.1	22.6	21.9	16.5	21.0	13.4

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.11 พบว่าค่าที่ได้จากวิธีการปรับปรุงดังกล่าว มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดในแต่ละช่วงเวลาต่ำที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากวิธีการอื่นๆทั้งหมด อีกทั้งส่งผลทำให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยตลอดทั้งวันลดต่ำลง โดยค่าความคลาดเคลื่อนลดลงเหลืออยู่ที่ประมาณร้อยละ 14.4

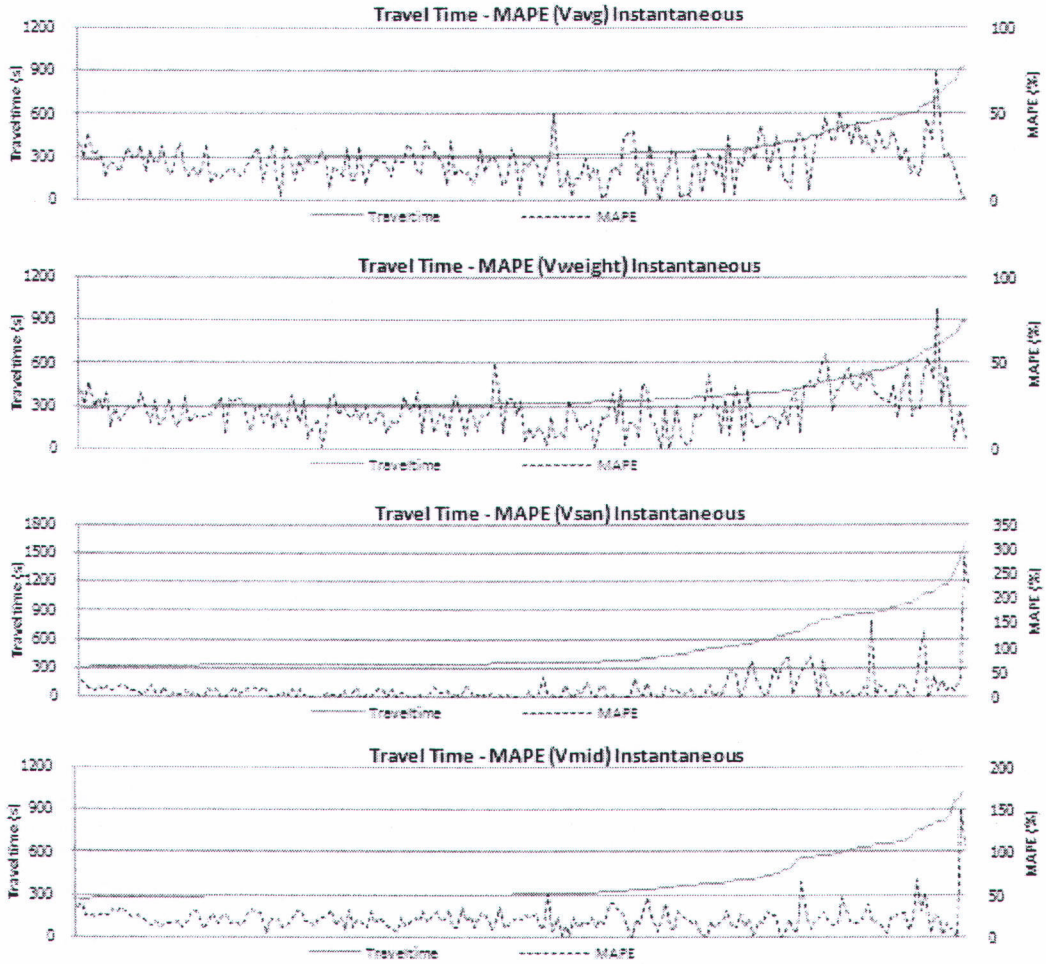
ซึ่งถ้าตัดช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น.ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงออกไป โดยกำหนดให้ช่วงเวลาตลอดวันเริ่มที่ 6:00 น. และสิ้นสุดที่ 22:00 น. ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งวันในช่วงเวลาดังกล่าวจะเหลือเพียงร้อยละ 13.4

5.6.2 การเลือกวิธีการหาค่าเวลาการเดินทางให้เหมาะสมกับช่วงระยะเวลาการเดินทาง (ปรับปรุงแบบที่ 2, D2)

เนื่องจากสิ่งที่ต้องการจากการประมาณค่าเวลาการเดินทางนั้น ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้เมื่อทำการประมาณ ก็คือค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง ดังนั้นจึงเป็นตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อใช้ในการปรับปรุงเลือกใช้วิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทางให้เหมาะสม โดยวิเคราะห์เหมือนกรณีการใช้ข้อมูล SMS

1. จัดเรียงค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางที่หาได้ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก เปรียบเทียบไปพร้อมกับค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในการประมาณค่าเวลาการเดินทางด้วยความเร็วทุกวิธี และรวมไปถึงการรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแบบ Instantaneous และ Timeslice

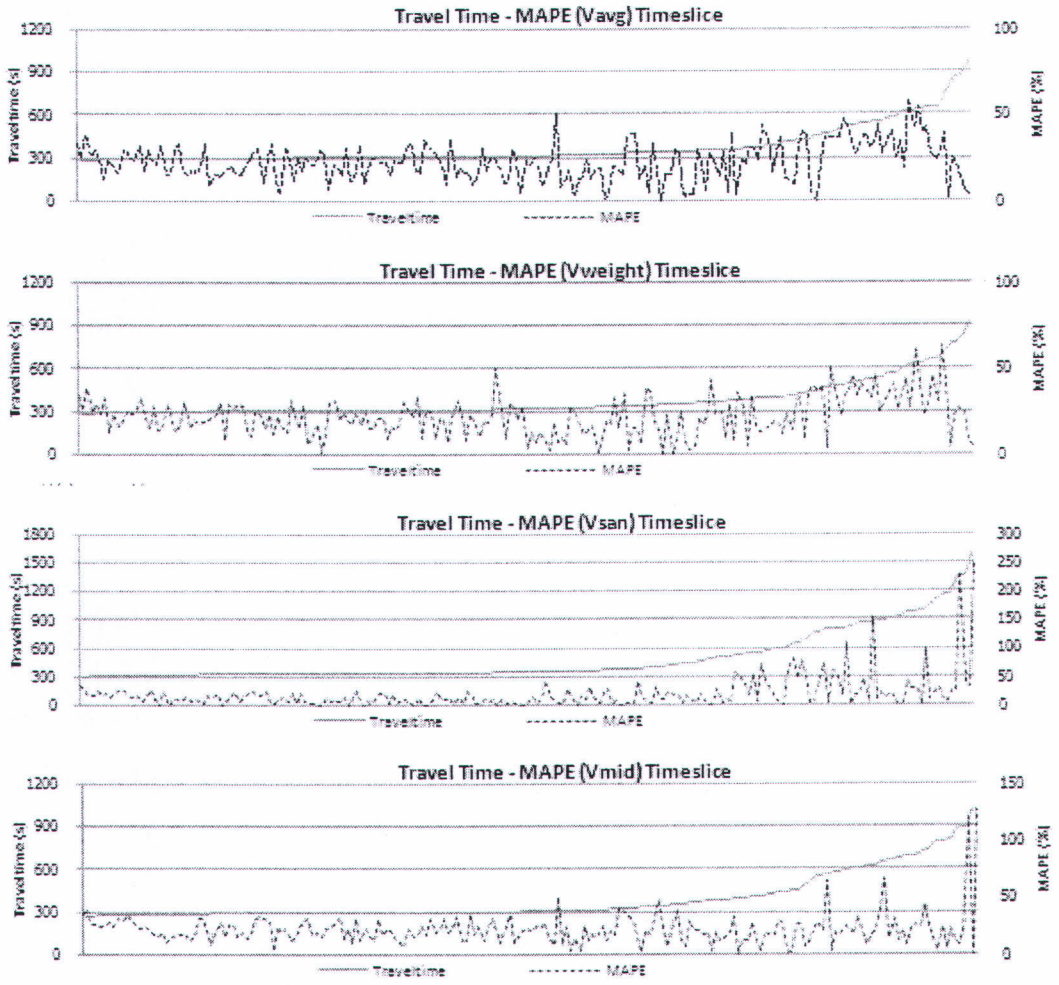
จากรูปที่ 5.28 สังเกตได้ว่าโดยภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบแล้ว วิธี Vsan มีระดับความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีอื่นๆ



รูปที่ 5.28 การจัดเรียงเวลาการเดินทางเปรียบเทียบค่า MAPE
(การรวมเวลาแบบ Instantaneous-TMS)

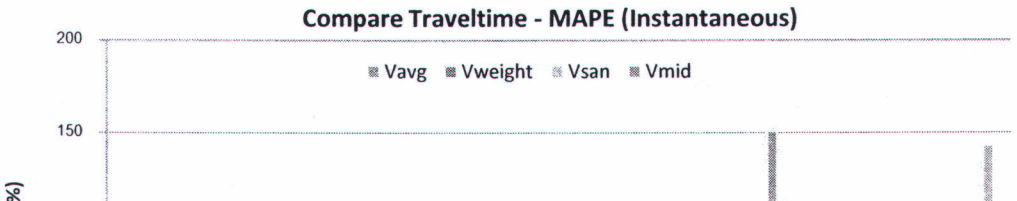
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

จากรูปที่ 5.29 โดยภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบแล้ว วิธี Vsan มีระดับความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีอื่นๆ



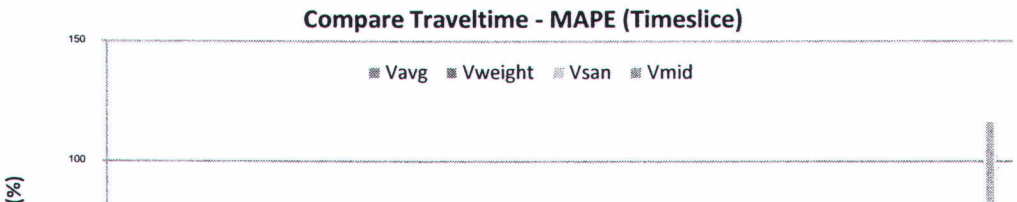
รูปที่ 5.29 การจัดเรียงเวลาการเดินทางเปรียบเทียบค่า MAPE (การรวมเวลาแบบ Timeslice-TMS)

2. แบ่งข้อมูลที่จัดเรียงแล้วออกตามช่วงความถี่ของระยะเวลาการเดินทางที่ใช้ จากนั้นทำการหาค่า MAPE ของแต่ละช่วงเวลาดังกล่าว โดยแบ่งให้ครบทั้งในส่วนวิธีการประมาณ 4 รูปแบบ และการรวมเวลา 2 วิธี ดังรูปที่ 5.30 – 5.31



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	20.8	26.7	33.6	39.8	32.8	18.4	53.1	35.7	19.8		2.2					
Vweight	19.8	21.4	40.1	39.5	32.0	28.4	59.5	34.9	13.8	6.8						
Vsan	12.3	13.4	13.0	20.9	33.9	59.8	30.9	50.8	23.5	31.7	15.2	35.8	69.0	31.5	20.1	143.5
Vmid	22.0	17.2	18.1	15.6	25.0	24.3	20.0	50.8	14.8	9.6	0.5	151.0	107.6			

รูปที่ 5.30 การเปรียบเทียบค่า MAPE ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ Instantaneous-TMS)



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	20.8	28.1	23.6	37.2	32.7	37.5	39.3	0.7	25.1	12.2	4.4					
Vweight	19.8	21.4	34.0	37.1	37.1	38.3	46.1	18.0	25.3	7.8	5.4					
Vsan	12.3	13.5	11.3	25.0	29.4	54.6	29.2	25.4	42.7	39.4	15.3	39.2	15.0	30.3	12.8	117.1
Vmid	22.0	17.1	18.7	9.6	25.4	27.4	24.1	19.6	14.3	49.7		63.8				

รูปที่ 5.31 การเปรียบเทียบค่า MAPE ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ Timeslice-TMS)

3. พิจารณาข้อมูลและระบุถึงวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาการเดินทาง โดยเลือกวิธีการที่มีค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ต่ำที่สุด ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 5.12

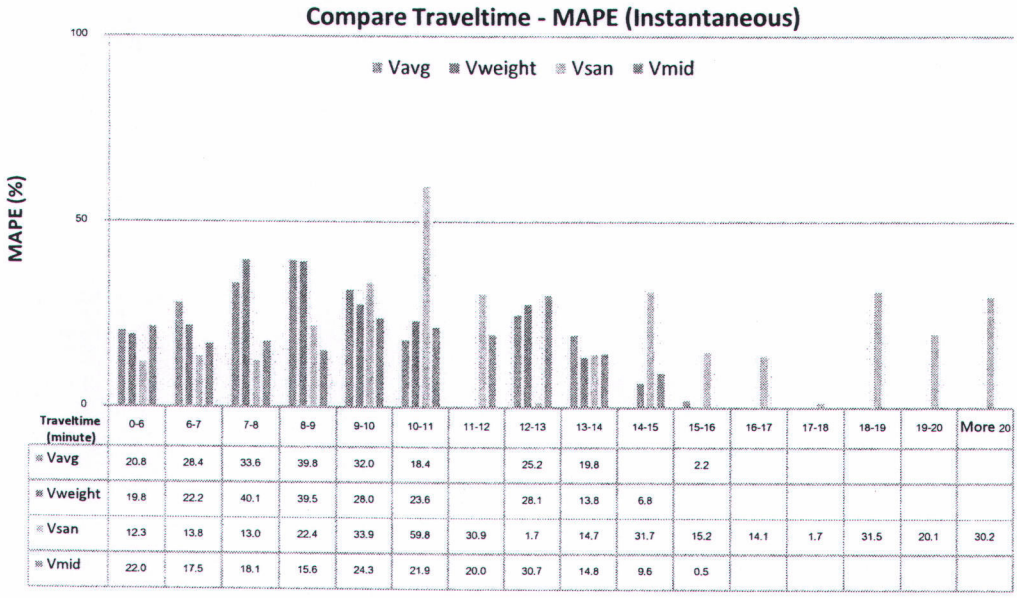
ตารางที่ 5.12 การเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงระยะเวลาการเดินทาง (TMS)

Travel Time		Instantaneous				Timeslice			
		Vavg	Vweight	Vsan	Vmid	Vavg	Vweight	Vsan	Vmid
(Minute)	(Sec)	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
0-6	0-360	20.8	19.8	12.3	22.0	20.8	19.8	12.3	22.0
6-7	360-419	26.7	21.4	13.4	17.2	28.1	21.4	13.5	17.1
7-8	420-479	33.6	40.1	13.0	18.1	23.6	34.0	11.3	18.7
8-9	480-539	39.8	39.5	20.9	15.6	37.2	37.1	25.0	9.6
9-10	540-599	32.8	32.0	33.9	25.0	32.7	37.1	29.4	25.4
10-11	600-659	18.4	28.4	59.8	24.3	37.5	38.3	54.6	27.4
11-12	660-719	53.1	59.5	30.9	20.0	39.3	46.1	29.2	24.1
12-13	720-779	35.7	34.9	50.8	50.8	0.7	18.0	25.4	19.6
13-14	780-839	19.8	13.8	23.5	14.8	25.1	25.3	42.7	14.3
14-15	840-899		6.8	31.7	9.6	12.2	7.8	39.4	49.7
15-16	900-959	2.2		15.2	0.5	4.4	5.4	15.3	
16-17	960-1019			35.8	151.0			39.2	63.8
17-18	1020-1079			69.0	107.6			15.0	
18-19	1080-1139			31.5				30.3	
19-20	1140-1199			20.1				12.8	
More 20	More 1200			143.5				117.1	

จากข้อมูลในตาราง วิธีการที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลามีการสลับไปมา รวมทั้งวิธีการที่ดีที่สุดที่ได้จากการรวมเวลาแบบ Instantaneous และ Timeslice นั้นมีบางช่วงเวลาที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งแตกต่างจากการเลือกใช้วิธีการตามวิธีการปรับปรุงในวิธีการแรกที่มีรูปแบบแน่นอนและผลที่ดีที่สุดจากการรวมเวลาแต่ละรูปแบบสอดคล้องกัน

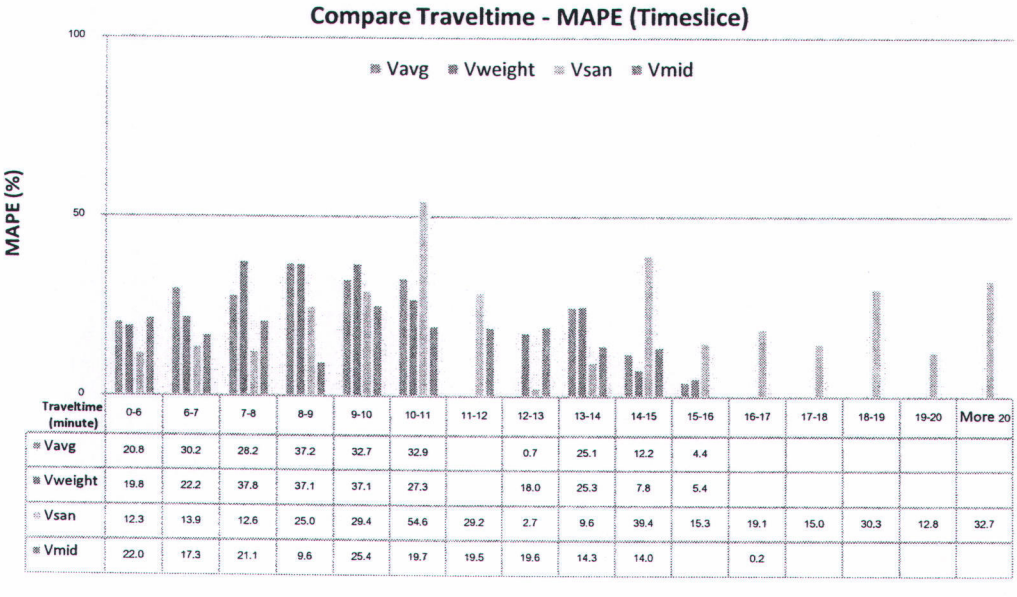
อีกทั้งข้อมูลที่มีการเว้นว่างในบางช่วงเวลาอันเนื่องมาจากช่วงเวลาการเดินทางในบางช่วงนั้นบางวิธีไม่มีผลที่อยู่ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ทำให้ยากในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการเนื่องจากค่าที่ว่างดังกล่าวอาจจะเป็นวิธีที่สามารถประมาณเวลาได้ดีกว่าวิธีอื่นในช่วงเวลานั้นดังนั้นจึงจะลองตัดในส่วนของข้อมูลที่อาจส่งผลให้ค่าแปรปรวนออกก่อน และทำการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมตามสภาพข้อมูลที่มีมาใช้ต่อไป

เนื่องจากข้อมูลช่วง 5:00-6:00 น.ค่อนข้างแปรปรวนและคลาดเคลื่อน อาจส่งผลกระทบต่อแนวทางเลือกวิธี ดังนั้นก่อนเลือกวิธีการ ทำการทดสอบอีกครั้งโดยตัดช่วงเวลาดังกล่าวออกแล้วนำมาพิจารณาเปรียบเทียบอีกครั้งได้ผลดังรูปที่ 5.32 - 5.33 และตารางที่ 5.13



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	20.8	28.4	33.6	39.8	32.0	18.4		25.2	19.8		2.2					
Vweight	19.8	22.2	40.1	39.5	28.0	23.6		28.1	13.8	6.8						
Vsan	12.3	13.8	13.0	22.4	33.9	59.8	30.9	1.7	14.7	31.7	15.2	14.1	1.7	31.5	20.1	30.2
Vmid	22.0	17.5	18.1	15.6	24.3	21.9	20.0	30.7	14.8	9.6	0.5					

รูปที่ 5.32 **การเปรียบเทียบค่า** MAPE **ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ** Instantaneous-TMS-**นำข้อมูล** 5:00-6:00 **น. ออก)**



Traveltime (minute)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	More 20
Vavg	20.8	30.2	28.2	37.2	32.7	32.9		0.7	25.1	12.2	4.4					
Vweight	19.8	22.2	37.8	37.1	37.1	27.3		18.0	25.3	7.8	5.4					
Vsan	12.3	13.9	12.6	25.0	29.4	54.6	29.2	2.7	9.6	39.4	15.3	19.1	15.0	30.3	12.8	32.7
Vmid	22.0	17.3	21.1	9.6	25.4	19.7	19.5	19.6	14.3	14.0		0.2				

รูปที่ 5.33 **การเปรียบเทียบค่า** MAPE **ตามช่วงระยะเวลาการเดินทาง (การรวมเวลาแบบ** Timeslice-TMS-**นำข้อมูล** 5:00-6:00 **น. ออก)**

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 5.13 การเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงระยะเวลาการเดินทาง (นำข้อมูลช่วง 5:00-6:00น. ออก - TMS)

Travel Time		Instantaneous				Timeslice			
		Vavg	Vweight	Vsan	Vmid	Vavg	Vweight	Vsan	Vmid
(Minute)	(Sec)	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
0-6	0-360	20.8	19.8	12.3	22.0	20.8	19.8	12.3	22.0
6-7	360-419	28.4	22.2	13.8	17.5	30.2	22.2	13.9	17.3
7-8	420-479	33.6	40.1	13.0	18.1	28.2	37.8	12.6	21.1
8-9	480-539	39.8	39.5	22.4	15.6	37.2	37.1	25.0	9.6
9-10	540-599	32.0	28.0	33.9	24.3	32.7	37.1	29.4	25.4
10-11	600-659	18.4	23.6	59.8	21.9	32.9	27.3	54.6	19.7
11-12	660-719			30.9	20.0			29.2	19.5
12-13	720-779	25.2	28.1	1.7	30.7	0.7	18.0	2.7	19.6
13-14	780-839	19.8	13.8	14.7	14.8	25.1	25.3	9.6	14.3
14-15	840-899		6.8	31.7	9.6	12.2	7.8	39.4	14.0
15-16	900-959	2.2		15.2	0.5	4.4	5.4	15.3	
16-17	960-1019			14.1				19.1	0.2
17-18	1020-1079			1.7				15.0	
18-19	1080-1139			31.5				30.3	
19-20	1140-1199			20.1				12.8	
More 20	More 1200			30.2				32.7	

เมื่อทำการตัดข้อมูลในช่วงเวลา 5:00 – 6:00 น. ออกและทำการเรียงข้อมูลใหม่ หลังจากนั้นทำการระบุวิธีการที่ดีที่สุดในแต่ละช่วงระยะเวลาการเดินทาง พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนบางค่าลดต่ำลงหรือหายไป สรุปได้ว่ามีสาเหตุมาจากข้อมูลในช่วงเวลา 5:00-6:00 น. นั่นเอง โดยการเปลี่ยนแปลงของวิธีการที่ดีที่สุด เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาการเดินทางที่ใช้เวลาสูง คือในช่วง 12-13 นาที จากวิธี Vweight มาเป็น Vsan ช่วง 13-14 เปลี่ยนจาก Vmid มาเป็น Vsan และช่วง 16-17 เปลี่ยนจาก Vsan มาเป็น Vmid เมื่อพิจารณาถึงภาพรวมของค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นที่เลือกของการรวมเวลาแบบ Timeslice ก็ต่ำกว่าแบบ Instantaneous ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการดังกล่าวในการประมาณค่าเวลาการเดินทาง

4. นำวิธีการที่เหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาไปใช้และหาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เพื่อนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบ

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.14 พบว่าวิธีการปรับปรุงแบบที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยตลอดทั้งวันอยู่ที่ประมาณร้อยละ 17.6 โดยถ้าตัดช่วงเวลา 5:00–6:00 น. ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงออก กำหนดให้ช่วงเวลาตลอดวันเริ่มที่ 6:00 น. และสิ้นสุดที่ 22:00 น. ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งวันในช่วงเวลาดังกล่าวจะลดลงเหลือร้อยละ 16.6

ตารางที่ 5.14 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการปรับปรุงแบบที่ 2 (TMS)

Method	Instantaneous				Timeslice				D2
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	33.0	36.7	90.5	48.1	30.3	32.3	80.8	43.9	35.0
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	29.6	30.0	16.9	20.1	29.1	29.9	16.9	19.9	20.3
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.9	7.2	40.5	16.7	7.9	7.2	40.5	16.7	31.8
Off-Peak	22.2	21.0	12.9	22.1	22.2	21.0	13.0	22.1	13.0
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	23.3	22.9	20.9	22.7	23.0	22.6	20.3	22.4	17.6
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	22.7	22.0	16.5	21.1	22.6	21.9	16.5	21.0	16.6

นับเป็นวิธีการที่เหมาะในการที่จะเลือกนำมาใช้ เพราะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ และเป็นวิธีที่สามารถประยุกต์ปรับปรุงช่วงในการเลือกวิธีการประมาณให้เหมาะสมมากขึ้นได้ โดยอาศัยจำนวนข้อมูลที่มากขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการเติมเต็มช่องว่างบางช่วงในแต่ละวิธีการที่ยังไม่มีข้อมูล และปรับปรุงทำให้วิธีการที่จะนำมาใช้ในแต่ละช่วงระยะเวลาการเดินทางเหมาะสมและสะท้อนตามความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

5.6.3 สรุปผลแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อน

จากผลของการศึกษาที่ผ่านมาดังตารางที่ 5.15 พบว่าแต่ละวิธีมีความแม่นยำค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยสรุปจากข้อมูลการศึกษาครั้งนี้วิธีที่น่าจะเหมาะในการนำมาใช้กับข้อมูล TMS มากที่สุดคือการปรับปรุงวิธีการแรกซึ่งเป็นการเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับช่วงเวลาตามสภาพข้อมูลโดยเมื่อพิจารณาแล้วจะได้ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในภาพรวมต่ำที่สุดซึ่งสามารถสรุปถึงวิธีการที่จะนำไปใช้ได้ดังนี้

1. ในส่วนของการเลือกใช้ค่าความเร็วในการประมาณเวลาการเดินทาง
   เลือกใช้ค่า Vavg ในช่วงที่ข้อมูลคลาดเคลื่อนสูง เช่น ช่วงฝนตก
   เลือกใช้ค่า Vweight ในช่วงที่ข้อมูลคลาดเคลื่อนช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น
   เลือกใช้ค่า Vsan ในช่วงข้อมูลปกติ

2. ในส่วนของวิธีการรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง
   เลือกใช้วิธี Timeslice

ตารางที่ 5.15 การเปรียบเทียบผลจากวิธีการทั้งหมด (TMS)

Method	Instantaneous				Timeslice				D1	D2
	Vavg	Vw	Vsan	Vmid	Vavg	Vw	Vsan	Vmid		
	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
Rain Time (5:00 AM~6:00 AM)	33.0	36.7	90.5	48.1	30.3	32.3	80.8	43.9	30.3	35.0
Peak Time 1 (6:00 AM~10:00 AM)	29.6	30.0	16.9	20.1	29.1	29.9	16.9	19.9	16.9	20.3
Peak Time 2 (5:30 PM~7:00 PM)	7.9	7.2	40.5	16.7	7.9	7.2	40.5	16.7	7.2	31.8
Off-Peak	22.2	21.0	12.9	22.1	22.2	21.0	13.0	22.1	13.0	13.0
Daytime 1 (5:00 AM~10:00 PM)	23.3	22.9	20.9	22.7	23.0	22.6	20.3	22.4	14.4	17.6
Daytime 2 (6:00 AM~10:00 PM)	22.7	22.0	16.5	21.1	22.6	21.9	16.5	21.0	13.4	16.6

5.7 สรุปการประมาณเวลาการเดินทาง

ผลกระทบของสถานีเก็บข้อมูลที่มีต่อการประมาณเวลาการเดินทาง

จากการศึกษาพบว่าลักษณะของช่วงทางมีผลต่อสภาพการจราจร ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการประมาณเวลาการเดินทาง โดยในการเลือกตำแหน่งในการติดตั้งควรพิจารณาใน 2 ประเด็นคือ

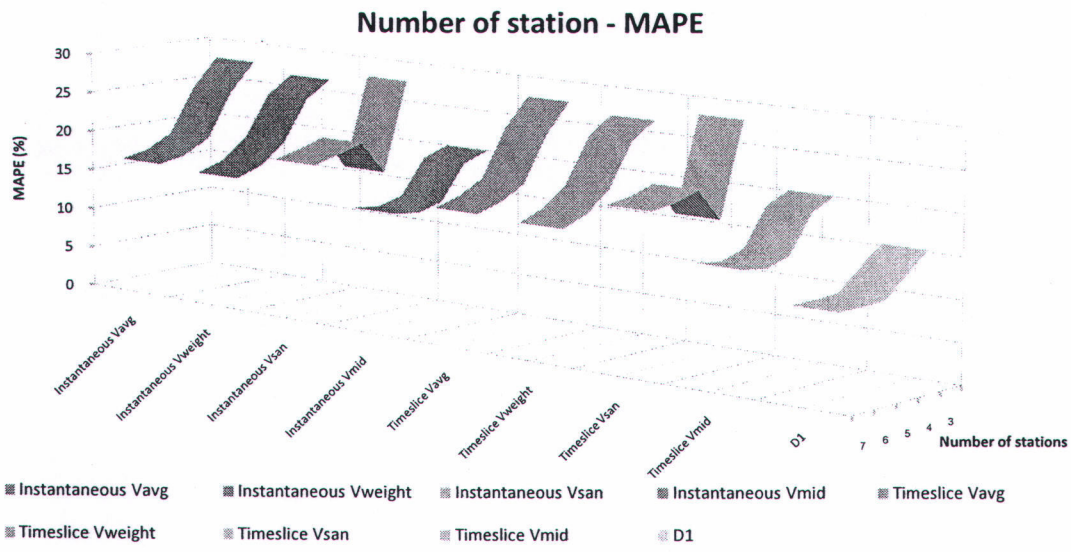
1. การกำหนดตำแหน่งสถานีเก็บข้อมูลควรติดตั้งสถานีเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมบริเวณช่วงทางที่มีผลกระทบต่อสภาพการจราจร เช่น ทางเข้าออกจากเส้นทาง ทางขึ้นลงสะพาน ช่วงทางที่มีการเพิ่มลดจำนวนช่องทาง หรือสภาพช่วงทางอื่นๆที่ทำให้สภาพการจราจรเปลี่ยนแปลง

2. การกำหนดระยะห่างระหว่างสถานีเก็บข้อมูล ในต่างประเทศแนะนำให้ติดตั้งทุกระยะประมาณ 500 เมตร โดยเมื่อสามารถติดตั้งสถานีได้ถี่จะทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลการจราจรที่มีความเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงถนนได้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณเวลาการเดินทางข้อมูล SMS ในช่วงเวลา 6:00-22:00 น. ในตารางที่ 5.16 ที่ติดตั้งสถานีเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 7 สถานี โดยมีระยะห่างระหว่างสถานีประมาณ 400 เมตรไปจนถึง 2 กิโลเมตร เมื่อทดลองถอดข้อมูลในบางสถานีออกเพื่อให้ระยะห่างระหว่างสถานีเพิ่มมากขึ้น พบว่าความแม่นยำในการประมาณเวลาการเดินทางนั้นลดต่ำลง เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ประมาณเวลาการเดินทางจากสถานีสำรวจเป็นข้อมูลบริเวณช่วงหัวและท้ายของแต่ละช่วงทาง ดังนั้นเมื่อระยะห่างสถานีเพิ่มมากขึ้น การจราจรที่เกิดขึ้นภายในก็

มีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามสภาพช่วงทางมากยิ่งขึ้น ข้อมูลความเร็วที่ได้จากสถานีเก็บข้อมูลดังกล่าวที่นำมาใช้ประมาณเวลาการเดินทางจึงไม่สามารถสะท้อนถึงสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นภายในช่วงทางได้ถูกต้อง ทำให้ผลความคลาดเคลื่อนจากการประมาณเวลาการเดินทางเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนของสถานีเก็บข้อมูลที่ลดจำนวนลง ดังรูปที่ 5.34

ตารางที่ 5.16 ผลของจำนวนสถานีเก็บข้อมูลที่มีต่อความคลาดเคลื่อนในการประมาณเวลาการเดินทาง (SMS)

Number of stations	EXAT							MAPE (%)								
	2	3	5	6	7	9	10	Instantaneous				Timeslice				D1
	Sta.(km)															
	0	1.505	3.513	4.299	4.689	6.16	8.137	Vavg	Vweight	Vsan	Vmid	Vavg	Vweight	Vsan	Vmid	
7	2	3	5	6	7	9	10	16.5	16.1	19.2	14.7	16.2	15.9	19.5	14.3	11.0
6	2	3	5		7	9	10	17.1	17.1	20.0	14.3	17.1	17.1	19.9	13.8	11.0
5	2	3	5			9	10	18.8	19.6	21.0	15.1	18.7	19.5	20.9	14.7	11.1
4	2		5			9	10	24.3	24.7	16.8	19.3	24.3	24.7	16.8	19.2	13.4
3	2			6			10	27.8	26.8	27.9	20.4	27.8	26.8	28.2	20.5	15.7



รูปที่ 5.34 จำนวนสถานีเก็บข้อมูล – ความคลาดเคลื่อน

การประมาณเวลาการเดินทางด้วยข้อมูล TMS

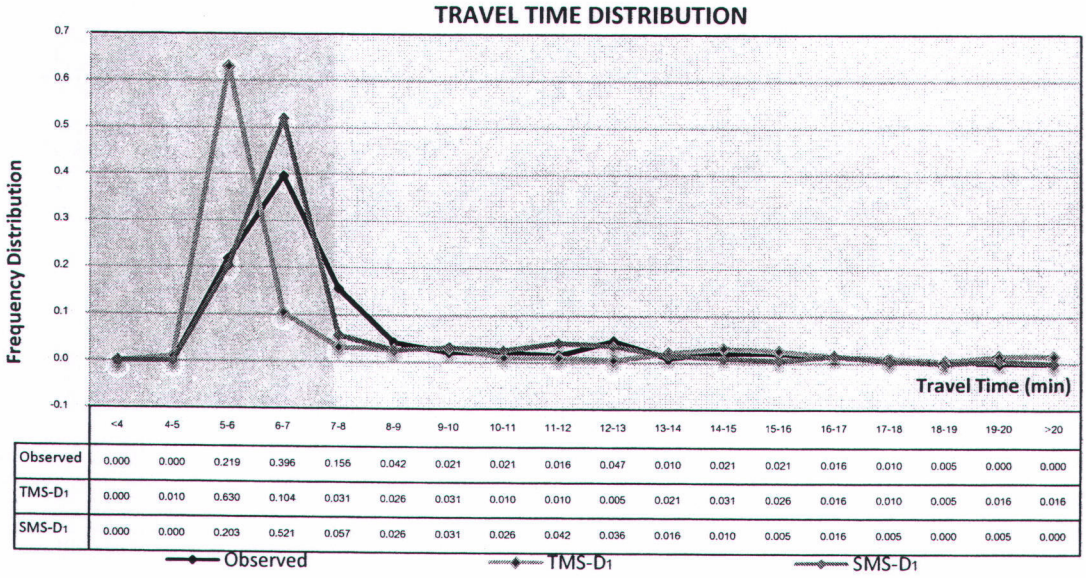
การประมาณเวลาการเดินทางจากข้อมูล TMS ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ภาพรวมการรวมเวลาด้วยวิธีการ Timeslice จะมีความแม่นยำกว่าวิธีการ Instantaneous โดยพบว่าถ้าต้องการประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธีการประมาณความเร็วรูปแบบเดียววิธี Vsan เป็นวิธีการที่ดีที่สุดซึ่งมีระดับความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลา 6:00-22:00 น. อยู่ที่ประมาณร้อยละ 16.5 เนื่องจากโดยรวมมีความแม่นยำในระดับหนึ่งและค่อนข้างมีความแม่นยำคงที่ทุกช่วงเวลาซึ่งลักษณะการประมาณเวลาดังกล่าวเป็นแนวทางที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในปัจจุบัน แต่ทว่าไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุดในแต่ละช่วงเวลาเหมือนในวิธีการปรับปรุงแบบที่ 1 ที่มีระดับความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลา 6:00-22:00 น. อยู่ที่ประมาณร้อยละ 13.4

การประมาณเวลาการเดินทางด้วยข้อมูล SMS

จากผลในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้ข้อมูล SMS ร่วมกับวิธีการประมาณหลายๆ วิธีให้เหมาะสมกับแต่ละช่วงเวลา จะสามารถสะท้อนและปรับตามสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงได้มากกว่าการประมาณเวลาการเดินทางจากข้อมูล TMS ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ภาพรวมการรวมเวลาด้วยวิธีการ Timeslice จะมีความแม่นยำกว่าวิธีการ Instantaneous โดยพบว่าถ้าต้องการประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธีการประมาณความเร็วรูปแบบเดียววิธี Vmid เป็นวิธีการที่ดีที่สุดมีระดับความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลา 6:00-22:00 น. อยู่ที่ประมาณร้อยละ 14.3 แต่พบว่าวิธีการที่ดีที่สุดในแต่ละช่วงเวลาคือวิธีการปรับปรุงแบบที่ 1 ที่มีระดับความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลา 6:00-22:00 น. อยู่ที่ประมาณร้อยละ 11 ซึ่งผลการประมาณค่าเวลาการเดินทางดังกล่าวมีความแม่นยำมากกว่าวิธีการที่ใช้ค่า TMS ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไป

เมื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของค่าเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นระหว่างเวลาการเดินทางที่ได้จากวิธีประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมกับข้อมูลความเร็ว TMS SMS และเวลาการเดินทางจริงที่สำรวจดังรูปที่ 5.35 พบว่าวิธีประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมกับข้อมูล TMS มีค่าเวลาการเดินทางส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-6 นาที คิดเป็น 0.63 ของข้อมูล วิธีประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมกับข้อมูล SMS มีค่าเวลาการเดินทางส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 6-7 นาที คิดเป็น 0.521 ของข้อมูล และค่าเวลาการเดินทางจริงที่สำรวจได้มีค่าเวลาการเดินทางส่วนใหญ่อยู่ในช่วง

6-7 นาที คิดเป็น 0.396 ของข้อมูล โดยข้อมูลทั้ง TMS และ SMS มีค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันซึ่งต่างกันประมาณไม่เกิน 1 นาที



	<4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	>20
Observed	0.000	0.000	0.219	0.396	0.156	0.042	0.021	0.021	0.016	0.047	0.010	0.021	0.021	0.016	0.010	0.005	0.000	0.000
TMS-D1	0.000	0.010	0.630	0.104	0.031	0.026	0.031	0.010	0.010	0.005	0.021	0.031	0.026	0.016	0.010	0.005	0.016	0.016
SMS-D1	0.000	0.000	0.203	0.521	0.057	0.026	0.031	0.026	0.042	0.036	0.016	0.010	0.005	0.016	0.005	0.000	0.005	0.000

รูปที่ 5.35 การกระจายตัวของค่าเวลาการเดินทาง

โดยจะเห็นว่าวิธีประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมกับข้อมูล SMS มีรูปแบบการกระจายตัวของค่าเวลาการเดินทาง ใกล้เคียงกับรูปแบบการกระจายตัวของค่าเวลาการเดินทางจริงมากกว่ารูปแบบการกระจายตัวของวิธีประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมกับข้อมูล TMS ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของค่า MAPE ที่คำนวณได้ ที่วิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่เหมาะสมกับข้อมูล SMS มีระดับค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวมร้อยละ 11 ต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 13.4 จากข้อมูล TMS ซึ่งเป็นช่วงความคลาดเคลื่อนระยะประมาณ 1 นาที จากเวลาการเดินทางที่ใช้ 6 – 8 นาที