

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

จากขั้นตอนการศึกษาการทำงานของเทคโนโลยี RFID ที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนการศึกษาเทคโนโลยี RFID การนำไปใช้งานควรจะเลือกให้เหมาะสมในแต่ละย่านความถี่และชนิดของ RFID Tag ว่ามีความสามารถ ข้อจำกัดอะไรบ้าง และในบทนี้จะเป็นการแสดงผลการศึกษาหากมีการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้เสร็จแล้วนำผลที่ได้จากการศึกษามาพิจารณาวิเคราะห์รวบรวมโดยสรุปจะมีรายละเอียดและสาระสำคัญของเทคโนโลยี RFID ดังนี้

1. ผลทางการได้รับทราบถึงหลักการการทำงานของ RFID และข้อมูลทางเทคนิค
2. ผลทางด้านการแม่นยำในการระบุตำแหน่งรถยนต์ใน Yards (accuracy Device)
3. ผลทางการลดเวลาในการหาตำแหน่งรถยนต์ใน Yards (Searching Time)
4. ผลทางการลดระยะทางในการเดินทางตำแหน่งรถยนต์
5. ผลทางด้านได้รับทราบกฎหมาย ข้อบังคับของการใช้คลื่นความถี่เทคโนโลยี RFID

ในประเทศไทยและข้อบังคับของ กทช

6. ก่อให้เกิดแนวความคิดสร้างสรรค์ในการนำข้อมูลทางเทคนิคมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การหาตำแหน่งรถยนต์ในอุตสาหกรรมการผลิต โดยใช้หลักการของกล้องสำรวจในงานโยธา และ หลักการของ Parking Reverse Sensor ในรถยนต์มาช่วยสนับสนุนแนวความคิด

เนื่องจากการทำงานของ Active Tag นั้นอาศัยพลังงานจากแบตเตอรี่เป็นหลัก กล่าวคือมีแหล่งจ่ายพลังงานเป็นของตัวเองจึงไม่จำเป็นต้องรอรับพลังงานที่ส่งมาจากสายอากาศเพียงอย่างเดียว และ Active Tag นั้นสามารถส่งสัญญาณไปได้ไกล แบตเตอรี่จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าไปกระตุ้นให้ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศของ RFID Tag และมันจะส่งสัญญาณออกมา การที่จะให้ตัว RFID Tag นั้นส่งสัญญาณออกมาตลอดเวลาหรือส่งสัญญาณเฉพาะเวลาที่มันเคลื่อนมากระตุ้นนั้นก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบในเรื่องของวงจรในการเซฟพลังงาน ซึ่งการเชื่อมต่อสัญญาณของ Tag จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากมีการออกแบบสายอากาศให้เหมาะสมทั้งตัว Tag และตัว Reader เพื่อลดข้อบกพร่องและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบและตัวอุปกรณ์ ในกรณีนี้การวาง Reader กับ RFID Tag ห่างกันมาก อาจจะเป็นปัญหาด้านระยะทำการ แต่ก็ขึ้นอยู่กับกำลังส่งของ Reader ซึ่งเป็นปัจจัยหลัก อีกอย่างก็ขึ้นอยู่กับข้อบังคับของคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ อีกเช่นกัน เพราะถ้าใช้กำลังส่งที่สูงก็จะเป็นอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในรัศมีส่งและอาจไปรบกวนคลื่นย่านความถี่อื่น ๆ ที่ปัจจุบันใช้อยู่แล้ว โดยทั่วไป RFID จะใช้การส่งด้วยคลื่นความถี่ต่ำเพราะมีความยาวคลื่นสูง ส่วนที่ผู้วิจัยเสนอและศึกษาคือคลื่นความถี่สูงที่ย่าน 13.56 MHz ซึ่งมีความยาวคลื่นถึง 22.1 เมตร จึงไม่มี

ปัญหาในเรื่องของความยาวคลื่นที่สั้นเกินไปจนเกิดปรากฏการณ์เลี้ยวเบนหรือลดทอนสัญญาณจากผนังอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ และเป็นเหตุผลให้ผู้วิจัยเสนอว่าความถี่นี้ อีกประเด็นคือมุมที่ติดตั้งกับระยะทางได้ถูกนำมาพิจารณาประกอบเพื่อหาจุดที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ข้อจำกัดเกี่ยวกับมุมนี้ก็สามารถแก้ไขได้โดยใช้ Adaptor หมุนสายอากาศเพื่อส่งกระจายคลื่นไปในทิศทางที่เราต้องการ ส่วนผลการศึกษาในแต่ละด้านนั้นจะแสดงรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลปริมาณรถยนต์ที่ผลิตได้และรถยนต์ที่ต้องรอซ่อม

จากปริมาณยอดการผลิตรถยนต์ปี พ.ศ. 2549 สามารถจำแนกจำนวนการผลิตเป็นรายเดือน ได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ปริมาณการผลิตรถยนต์ของบริษัทเอบีซี

เดือน	จำนวนที่ผลิต
มกราคม	7,585
กุมภาพันธ์	9,342
มีนาคม	9,374
เมษายน	7,779
พฤษภาคม	12,484
มิถุนายน	12,377
กรกฎาคม	11,614
สิงหาคม	11,268
กันยายน	7,701
ตุลาคม	10,183
พฤศจิกายน	9,162
ธันวาคม	6,214

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นถึงปริมาณรถยนต์ที่ผลิตได้ในแต่ละเดือน ซึ่งบางเดือนอาจจะมีปริมาณยอดการผลิตจะสูงและบางเดือนปริมาณยอดการผลิตจะต่ำทั้งนี้เกิดจากยอดจำนวนการสั่งซื้อที่ไม่แน่นอนของลูกค้าในต่างประเทศ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ภายในระยะเวลา 1 ปีพบว่า มีปริมาณรถยนต์ที่จอดค้างอยู่ในลานจอดเกินเวลาที่กำหนดมีจำนวนมาก เพราะปกติหลังจาก ประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นครบถ้วนสมบูรณ์และแก้ไขส่วนที่ไม่สมบูรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้วตาม นโยบายบริษัทจะไม่ให้มีรถยนต์จอดค้างอยู่ที่ลานจอดเลย รถยนต์จะถูกเคลื่อนย้ายเข้าสู่ลานจัดส่ง ทันที แต่จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4-2 จะเห็นว่ายังคงมีรถยนต์ที่จอดค้างอยู่จำนวนมาก

ตารางที่ 4-2 ปริมาณรถยนต์ที่รอซ่อมและประกอบให้สมบูรณ์ของบริษัทเอบีซี

เดือน	รถยนต์ (คัน)
มกราคม	3,500
กุมภาพันธ์	1,113
มีนาคม	1,045
เมษายน	333
พฤษภาคม	1,563
มิถุนายน	2,881
กรกฎาคม	5,215
สิงหาคม	3,909
กันยายน	9,415
ตุลาคม	5,239
พฤศจิกายน	4,733
ธันวาคม	3,066
รวม	38,946

จากตารางที่ 4-2 ด้านบนแสดงให้เห็นถึงปริมาณรถยนต์ที่รอซ่อมและประกอบชิ้นส่วน ให้สมบูรณ์ในลานจอดของแต่ละเดือน โดยจะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบจดบันทึกและรายงานต่อ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ทราบทุกสัปดาห์ จะเห็นได้ว่าบางเดือนมีจำนวนรถยนต์ในลานจอด น้อยมากเพราะเดือนนั้นอาจจะมียานยนต์ติดต่อกันมาก เช่น เดือนเมษายน เป็นต้น

ในส่วน of สภาพการณ์ปัจจุบันในการหาตำแหน่งรถยนต์ของพนักงานจะใช้เวลา ในการค้นหาค่อนข้างนานเพราะไม่รู้ตำแหน่งของรถยนต์คันที่ต้องการ ซึ่งผลของเวลาการหา รถยนต์แต่ละคันได้แสดงในตารางที่ 4-3 ซึ่งเวลาที่แสดงนั้นมาจากการจำลองการหารถยนต์

โดยพนักงานดูที่ VIN Number ที่ติดอยู่ในกระจกหน้ารถยนต์ทุกคันดังแสดงในภาพที่ 4-1
การเก็บข้อมูลจากสภาพปัจจุบันในการหารถยนต์ (Searching Time)

ตารางที่ 4-3 ระยะเวลาในการหาตำแหน่งรถยนต์

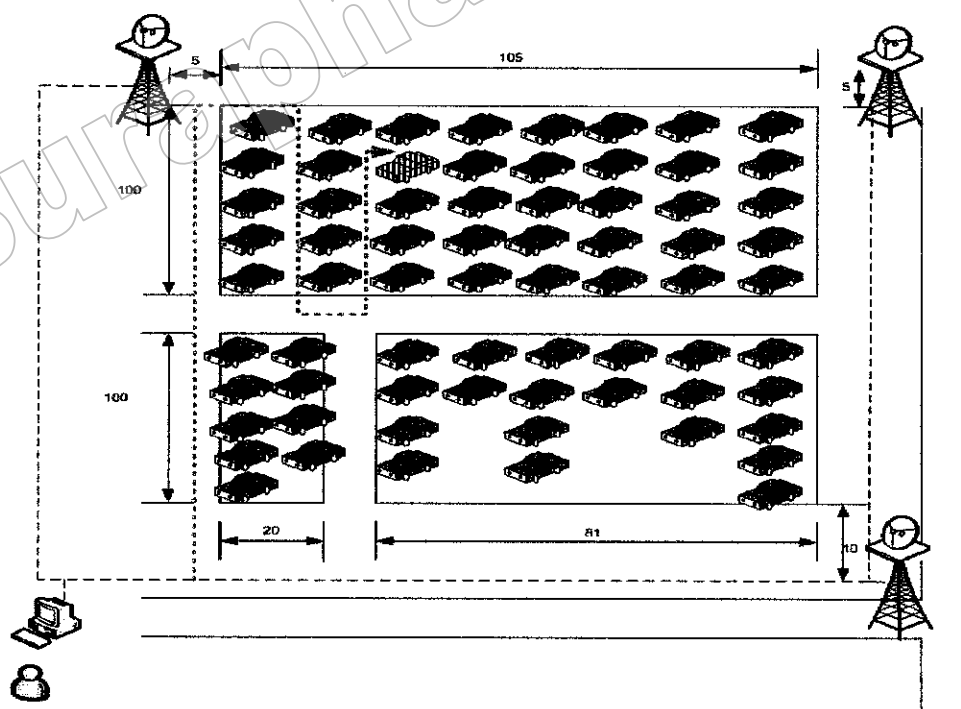
คันที่	เวลา (นาท)	คันที่	เวลา (นาท)
1	6	16	7
2	8	17	6
3	8	18	6
4	9	19	10
5	10	20	8
6	9	21	9
7	8	22	7
8	6	23	7
9	6	24	8
10	7	25	8
11	10	26	6
12	8	27	10
13	6	28	6
14	7	29	6
15	7	30	7

จากตารางที่ 4-3 เป็นผลการเก็บข้อมูลของระยะเวลาในการหารถยนต์ในลานจอดเพื่อนำไปหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ค้นหารถยนต์ และผลจากการเก็บข้อมูล เวลาที่ใช้ในการหารถยนต์ต่อคันเฉลี่ย 8 นาที ซึ่งในการหารถยนต์ของแต่ละหน่วยงาน แต่ละคนก็มีวิธีการเดินค้นหาที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4-2 และ 4-3



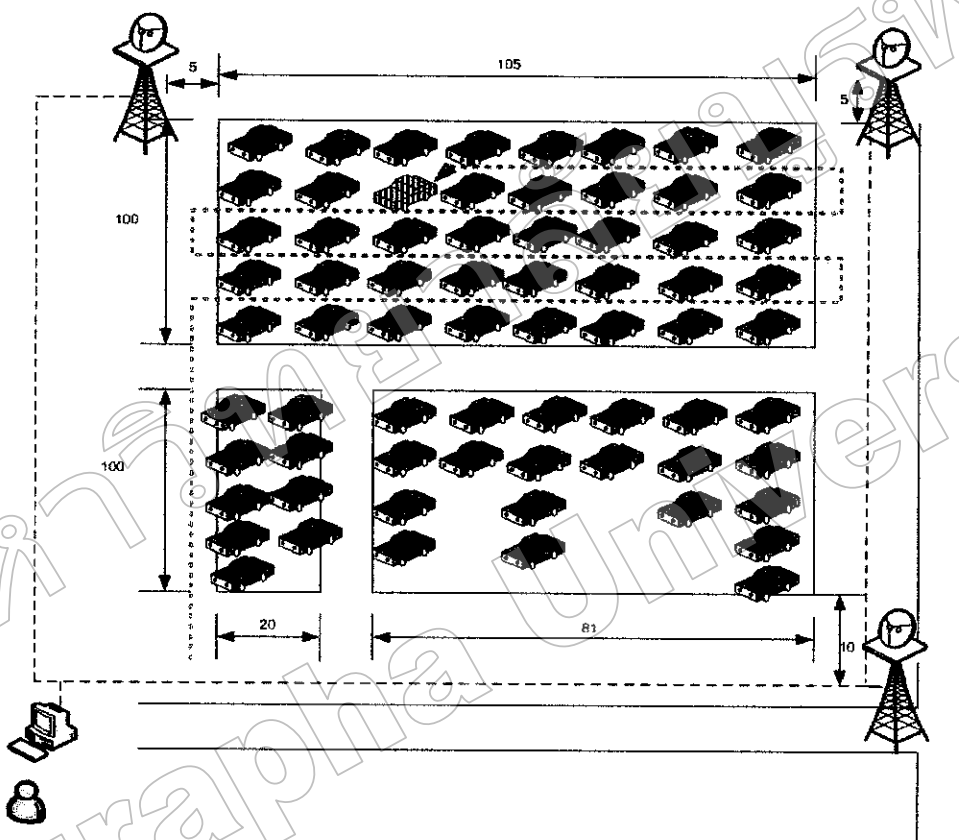
ภาพที่ 4-1 การบ่งชี้รถยนต์ด้วย Tag VIN Number

จากภาพที่ 4-1 แสดง Tag VIN Number ของรถยนต์ที่ใช้ชี้บ่งรุ่นของรถยนต์ในระหว่างกระบวนการผลิตไปจนถึงการส่งมอบ ซึ่งทางผู้ที่เกี่ยวข้องที่ต้องการหารถยนต์คันดังกล่าวก็จะต้องค้นหาโดยอ้างอิงจาก Tag VIN Number ที่บ่งดังกล่าว และการเก็บข้อมูลของเวลาในการค้นหาตำแหน่งรถยนต์ในปัจจุบันก็ดูจาก Tag ตัวนี้เช่นกัน



ภาพที่ 4-2 วิธีการหาดำแหน่งรถยนต์วิธีที่ 1

ภาพที่ 4-2 แสดงการเดินหาคำแหน่งรถยนต์ตามแนวเส้นปะในลานจอดในปัจจุบันวิธีที่ 1 ซึ่งผู้ที่ค้นหาส่วนใหญ่จะเดินที่ละแถวตาม โชนการจอด และเดินตามแนวตั้งเพื่อมิให้การหารถยนต์ตกหล่นหรือเดินข้ามแถวเพราะอาจจะต้องเสียเวลาการเดินทางหากเดินโดยไม่มีหลักการ ในภาพที่แสดงนั้นตำแหน่งรถยนต์ที่ต้องการหาแสดงด้วยภาพรถยนต์เส้นลายแนวตั้ง

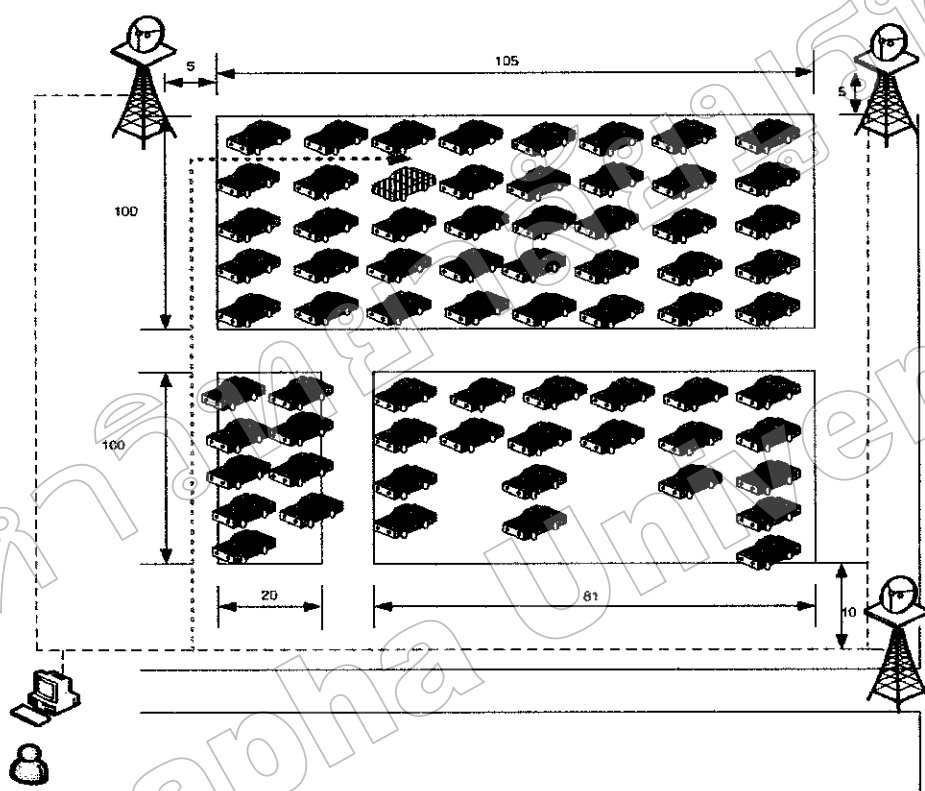


ภาพที่ 4-3 วิธีการหาคำแหน่งรถยนต์วิธีที่ 2

ภาพที่ 4-3 แสดงการเดินหาคำแหน่งรถยนต์ตามแนวเส้นปะในลานจอดในปัจจุบันวิธีที่ 2 การเดินของพนักงานที่ค้นหาจะเดินหารถยนต์ตามแนวนอนที่แถวจนกว่าจะพบรถยนต์คันที่ต้องการเช่นกัน โดยจะดูที่ Tag VIN Number ตามภาพที่ 4-1

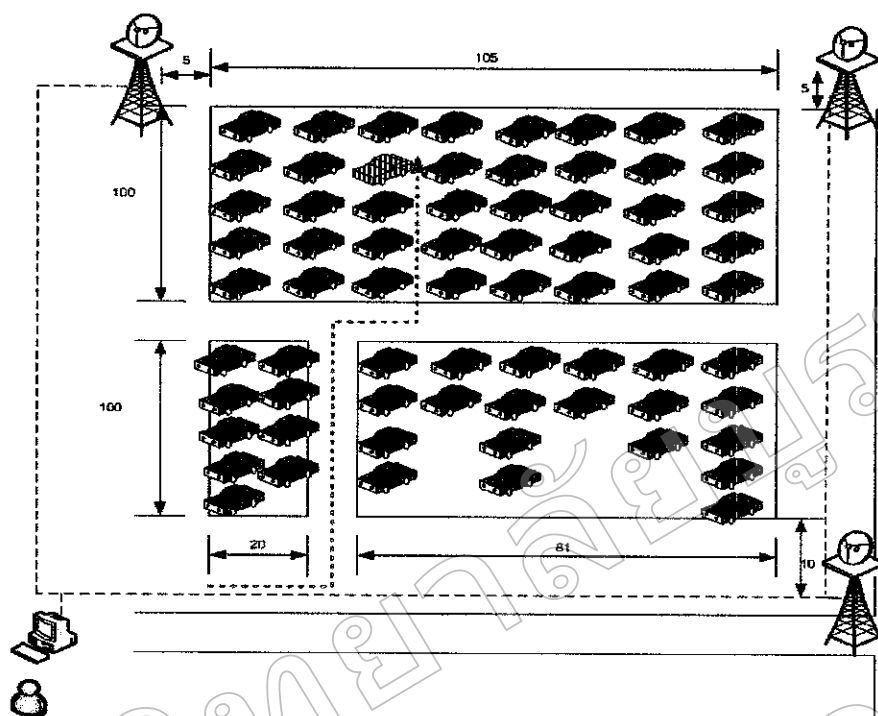
ผลการจำลองการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้

ในกรณีที่พนักงานทราบตำแหน่งการจอดรถยนต์หลังจากมีการติดตั้ง Tag RFID ในตัวรถยนต์แล้วโดยพนักงานจะดูที่จอมอนิเตอร์แสดงผลแล้วก็จะเดินไปยังตำแหน่งที่รถยนต์คันดังกล่าวจอดอยู่ดังแสดงในภาพ 4-4



ภาพที่ 4-4 การเดินทางตำแหน่งรถยนต์หากมีการนำ RFID มาใช้วิธีที่ 1

จากภาพที่ 4-4 แสดงการเดินทางตำแหน่งรถยนต์ตามเส้นปะเพื่อหารถยนต์คันที่ต้องการในลานจอดหลังจากการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ โดยพนักงานหรือบุคคลที่ต้องการหาตำแหน่งรถยนต์ทราบตำแหน่งจากจอมอนิเตอร์แล้ว จึงมีวิธีการเดินตามแบบวิธีที่ 1 เพื่อลดเวลาและระยะทาง



ภาพที่ 4-5 การเดินหาดำแหน่งรถยนต์หากมีการนำ RFID มาใช้วิธีที่ 2

จากภาพที่ 4-5 แสดงการเดินหาดำแหน่งรถยนต์ตามเส้นปะเพื่อหารถยนต์คันที่ต้องการในลานจอดหลังจากมีการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ โดยพนักงานหรือบุคคลที่ต้องการหาดำแหน่งรถยนต์ทราบตำแหน่งจากจอมอนิเตอร์เช่นกันเสร็จแล้วจะเดินตามแบบวิธีที่ 2 เพื่อลดเวลาและระยะทาง ส่วนในการจำลองการเดินของพนักงานเพื่อหาดำแหน่งรถยนต์เป้าหมายนั้นจะมีการชี้บ่งด้วยเรื่อภาพตามภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-6 การชี้บ่งตำแหน่งรถยนต์ด้วยเชือกฟางในระหว่างการจับเวลา

จากภาพที่ 4-6 แสดงการชี้บ่งตำแหน่งของรถยนต์ภายในลานจอดด้วยเชือกฟาง ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ที่บุคคลที่ต้องการจะหารถยนต์คันดังกล่าวทราบตำแหน่งจากจอมอนิเตอร์แล้ว หลังจากนั้นทางผู้วิจัยก็จับเวลาในการค้นหาตำแหน่งรถยนต์โดยสลับเปลี่ยนตำแหน่งของการชี้บ่งด้วยสัญลักษณ์ดังกล่าวไปเรื่อย ๆ จนครบ 30 ตัวอย่าง

จากผลการเดินทางรถยนต์ตามวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้ง 2 วิธี ส่งผลให้ระยะเวลาและระยะทางในการเดินทางรถยนต์ของพนักงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินทางรถยนต์ในตอนแรกที่ไม่มีการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ระบุตำแหน่งโดยผลด้านระยะเวลานั้นแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 การจำลองการจับเวลาในการหาตำแหน่งรถยนต์

คันที่	เวลา (นาท)	คันที่	เวลา (นาท)
1	4	16	4
2	4	17	5
3	5	18	3
4	3	19	3
5	3	20	4
6	3	21	4
7	4	22	3
8	4	23	3
9	5	24	5
10	4	25	5
11	3	26	4
12	3	27	4
13	5	28	3
14	3	29	3
15	4	30	6

จากตารางที่ 4-4 แสดงผลจากการจำลองการจับเวลาในการหารถยนต์ในลานจอดจำนวน 30 คันถ้าหากมีการนำเทคโนโลยี RFID มาติดในรถยนต์ ซึ่งระยะเวลาเฉลี่ยในการหาทั้ง 2 วิธีนั้น อยู่ที่ 4 นาทีต่อคัน

ขั้นตอนการทำงานของ RFID ที่ใช้ในการหาตำแหน่งรถยนต์ในลานจอด

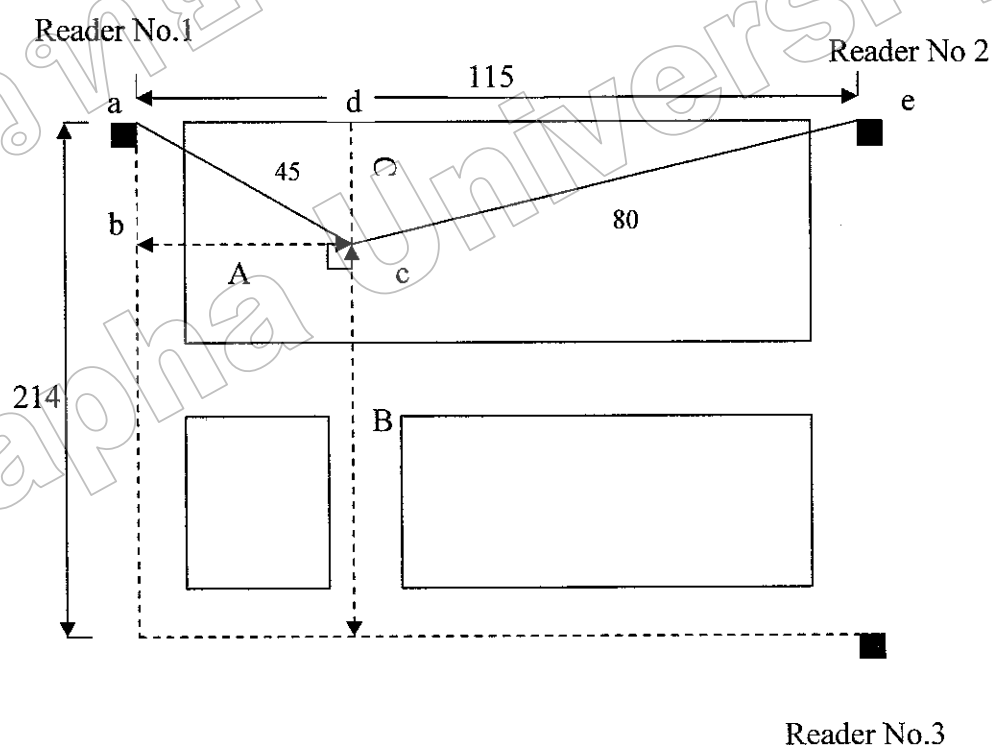
1. เขียนแบบพื้นที่ลานจอดลงในส่วนของแอปพลิเคชันที่จะใช้แสดงผล และกำหนดมาตราส่วนเทียบกับพื้นที่ใช้งานจริง
2. เชื่อมสัญญาณของ Reader แต่ละตัวด้วยระบบ LAN
3. เชื่อมระบบ LAN เข้ากับ CPU (PC) และ Monitor แสดงผล
4. เชื่อมต่อ Tag RFID กับรถยนต์แต่ละคัน โดยใช้ AON (Assembly Line Off Number) เป็นตัวบอกตัวตนของรถยนต์คันนั้น ๆ

5. เชื่อมสัญญาณที่ได้รับมาจาก Reader เข้ากับแอปพลิเคชันของแบบพื้นที่ลานจอดรถบนจอที่ใช้แสดงผล

6. เมื่อพนักงานต้องการหาตำแหน่งรถยนต์ที่จอดอยู่ในลานจอดก็ใส่ AON ลงในโปรแกรมหลังจากนั้น Reader จะส่งคลื่นวิทยุออกไปผ่านสายอากาศเมื่อพบ Tag ของรถยนต์ตัวที่ต้องการและผ่านการคัดกรองแล้วว่าถูกต้องก็จะส่งสัญญาณกลับมาเพื่อประมวลผลและบอกระยะที่ห่างจาก Reader ตัวนั้น ๆ

7. หลังจากได้ระยะทางแล้วเครื่องก็จะคำนวณหาตำแหน่งพิกัดรถยนต์คันดังกล่าวแล้วแสดงผลที่หน้าจอแอปพลิเคชันที่เขียนแบบพื้นที่ลานจอด ดังนั้นพนักงานก็จะรู้ตำแหน่งรถยนต์และสามารถหารถยนต์พบในระยะเวลาที่สั้นลง ซึ่งหลักการคำนวณดังกล่าวเป็นดังนี้

การคำนวณหาตำแหน่งรถยนต์



ภาพที่ 4-7 พื้นที่ลานจอดและการจำลองตำแหน่งรถยนต์ โดยใช้ Reader 2 ตัว

การคำนวณหาพิคัด X, Y โดยพิจารณาจากภาพที่ 4-7 (หาดำแหน่งของรถยนต์) กรณีที่ Reader no.1 อ่านระยะได้ 45 M Reader no.2 อ่านระยะได้ 80 M. พิจารณาสามเหลี่ยม abc

$$45^2 = A^2 + C^2 \quad (1)$$

พิจารณาสามเหลี่ยม cde

$$80^2 = C^2 + (115-A)^2 \quad (2)$$

$$\text{จากสมการที่ 1 } C^2 = 45^2 - A^2 \quad (3)$$

แทนสมการที่ 3 ในสมการที่ 2

$$80^2 = 45^2 - A^2 + (115-A)^2$$

$$= 45^2 - A^2 + 115^2 - 2(115)A + A^2$$

$$= 45^2 + 115^2 - 230A$$

$$-230A = 6400 - 2025 - 13225$$

$$A = 8850 / 230$$

$$A = 38.4 \text{ M}$$

นำค่า A แทนในสมการที่1

$$C^2 = 45^2 - 38.4^2$$

$$= 2025 - 1474.5$$

$$= \sqrt{550}$$

$$= 23.4 \text{ M}$$

เพราะฉะนั้น

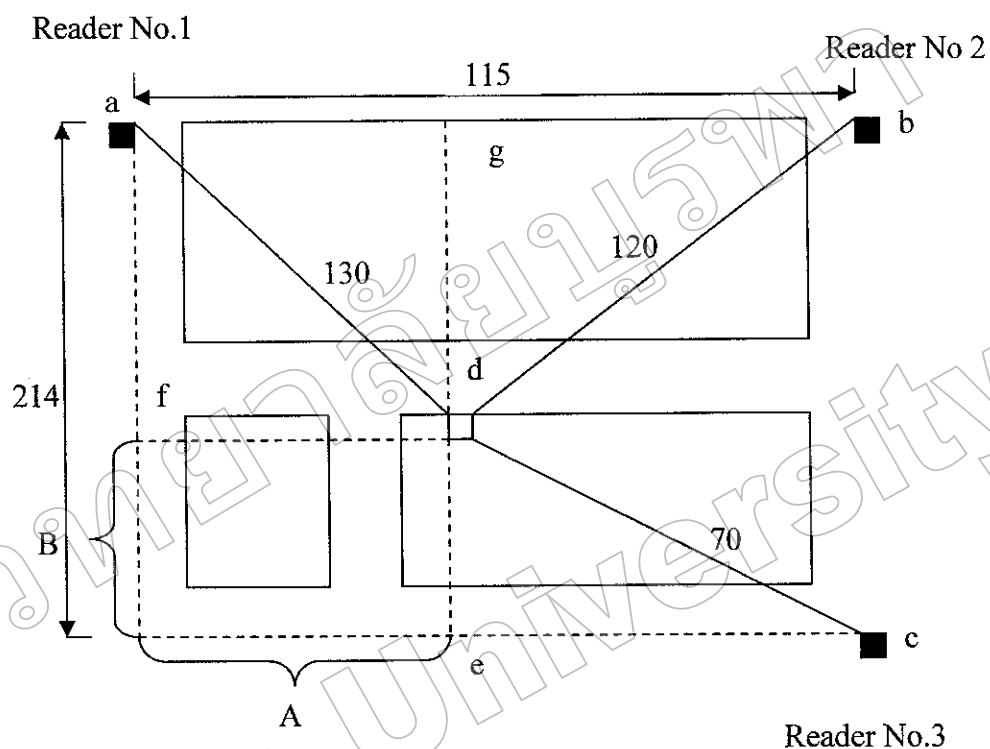
$$B = 214 - 23.4$$

$$B = 190.6$$

ผลด้านความแม่นยำในการระบุตำแหน่ง

เนื่องจากการคำนวณโดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัสไม่จำเป็นต้องใช้ Reader ถึง 3 ตัวก็สามารถหาดำแหน่งการจอดของรถยนต์ที่ต้องการได้แต่ปัญหาที่ตามมาคือความแม่นยำของการระบุตำแหน่งอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกวาดในแนวรัศมีการส่งคลื่นสัญญาณของ

สายอากาศ ฉะนั้นนั้นเพื่อเป็นการลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจึงต้องใช้ Reader ถึง 3 ตัวเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการระบุตำแหน่งโดยมีหลักการคำนวณดังนี้



ภาพที่ 4-8 พื้นที่ลานจอดและการจำลองตำแหน่งรถยนต์โดยใช้ Reader 3 ตัว

พิจารณาสามเหลี่ยม cde โดยพิจารณาจากภาพที่ 4-8

$$70^2 = B^2 + (115 - A)^2 \quad (4)$$

พิจารณาสามเหลี่ยม bdg

$$120^2 = (214 - B)^2 + (115 - A)^2 \quad (5)$$

พิจารณาสามเหลี่ยม adf

$$130^2 = A^2 + (214 - B)^2 \quad (6)$$

นำสมการที่ 5 ลบด้วย สมการที่ 4

$$120^2 - 70^2 = (214 - B)^2 + (115 - A)^2 - (B^2 + (115 - A)^2)$$

$$14400 - 4900 = (214 - B)^2 - B^2$$

$$9500 = 214^2 - 2(214)B + B^2 - B^2$$

$$9500 = 45796 - 428B$$

$$9500-45796 = -428B$$

$$-36296 / -428 = B$$

$$B = 84.80 \text{ M}$$

นำ B แทนในสมการที่ 3

$$130^2 = A^2 + (214-84.80)^2$$

$$16900 = A^2 + 16692.64$$

$$A^2 = 16692.64 - 16900$$

$$A = 14.38 \text{ M}$$

เพราะฉะนั้นตำแหน่งรถยนต์ที่ต้องการจะค้นหาอยู่ที่ระยะ A 14.38 M และระยะ B อยู่ที่ 84.80 M เมื่อเทียบกับจุดที่อ้างอิง

ความผิดพลาดในการบอกตำแหน่งรถยนต์

ในกรณีที่ Reader ทั้ง 3 ตัวอ่านสัญญาณที่ได้รับมาจาก RFID Tag ผิดพลาดไปจากระยะทางที่แท้จริง ตำแหน่งที่เครื่องคำนวณได้ก็จะแสดงพิกัดที่ไม่ใช่พิกัดที่แท้จริงและจะส่งผลกระทบต่อให้เครื่องแสดงตำแหน่งผิดพลาด ฉะนั้นจึงต้องมีการศึกษาและเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของค่าความผิดพลาดของระยะทางที่เครื่องอ่านได้ ถ้าเครื่องอ่านค่าผิดพลาดมากที่สุดเป็น 10% ตำแหน่งพิกัดการจอดรถยนต์จะเป็นเท่าไร ดังแสดงวิธีการจำลองความผิดพลาดดังนี้

จากข้อมูลเดิมระยะที่ Reader ตัวที่ 1 อ่านได้ 130 เมตร Reader ตัวที่ 2 อ่านได้ 120 เมตร และ Reader ตัวที่ 3 อ่านได้ 70 เมตร ดังนั้นถ้าในกรณีที่ Reader ทั้ง 3 ตัวอ่านค่าได้ระยะทางที่ผิดพลาดมากที่สุดคือ ตัวที่ 1 จะอ่านได้ 117 เมตร ตัวที่ 2 จะอ่านได้ 108 เมตร และตัวที่ 3 อ่านได้ 63 เมตร เพราะฉะนั้นความผิดพลาดในการคำนวณหาตำแหน่งจะเป็นดังนี้คือ

พิจารณาสามเหลี่ยม cde

$$63^2 = B^2 + (115-A)^2 \quad (7)$$

พิจารณาสามเหลี่ยม bdg

$$108^2 = (214-B)^2 + (115-A)^2 \quad (8)$$

พิจารณาสามเหลี่ยม adf

$$117^2 = A^2 + (214-B)^2 \quad (9)$$

นำสมการที่ 8 ลบด้วย สมการที่ 9

$$108^2 - 63^2 = (214 - B)^2 + (115 - A)^2 - (B^2 + (115 - A)^2)$$

$$11664 - 3969 = (214 - B)^2 + (115 - A)^2 - B^2 - (115 - A)^2$$

$$7695 = 214^2 - 2(214)B + B^2 - B^2$$

$$7695 = 45796 - 428B$$

$$7695 - 45796 = -428B$$

$$-38101 / -428 = B$$

$$B = 89 \text{ M}$$

นำ B แทนในสมการที่ 3

$$117^2 = A^2 + (214 - 89)^2$$

$$13689 = A^2 + 15625$$

$$A^2 = 13689 - 15625$$

$$A = 44 \text{ M}$$

จากการจำลองความผิดพลาดที่เกิดจากการอ่านค่าของ Reader ทั้ง 3 ตัวโดยให้ Reader แต่ละตัวนั้นอ่านค่าผิดพลาดไปจากค่าจริงที่ 10% นั้นพบว่าผลที่ได้คือพิกัดการแสดงตำแหน่งแตกต่างกันไปจากเดิมมากที่ระยะ A ดังแสดงในตารางที่ 4-5 ดังนั้นถ้าหาก Reader ที่เราออกแบบมามีค่าความผิดพลาดสูงก็จะไม่ส่งผลให้การหาตำแหน่งรถยนต์ที่จอดอยู่ในลานจอดนั้นเร็วขึ้น ในทางตรงกันข้ามจะเป็นการใช้เวลานานกว่าเดิมเสียอีกเพราะผู้ที่ต้องการหาตำแหน่งรถยนต์ต้องเดินกลับมาที่เครื่องแสดงผลอีกครั้งแล้วดำเนินการซ้ำเพื่อให้เครื่องค้นหาตำแหน่งอีกครั้ง

ตารางที่ 4-5 ค่าพิกัดระยะทางที่ระบุตำแหน่งรถยนต์

กรณี Reader อ่านค่าระยะทางได้แม่นยำ	กรณี Reader อ่านค่าระยะทางผิดพลาด 10%	เปรียบเทียบระยะที่แตกต่าง
ระยะ A = 14.38 M	ระยะ A = 44 M	29.62 M
ระยะ B = 84.80 M	ระยะ B = 89 M	4.20 M

จากตารางที่ 4-5 แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำและค่าความผิดพลาดของ Reader ซึ่งถ้าหาก Reader อ่านค่าได้แม่นยำข้อมูลก็นำไปใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งรถยนต์ก็จะ

ถูกต้องมากขึ้น แต่หาก Reader อ่านค่าผิดพลาดประมาณ 10% ระยะทางหลังจากการคำนวณก็จะผิดพลาดไปจากตำแหน่งที่แท้จริงและจะส่งผลให้พนักงานหรือบุคคลที่ต้องการหารถยนต์เสียเวลามากขึ้น ซึ่งก่อนหน้านี้ทางผู้วิจัยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับจำนวนของ Reader และพยายามลดจำนวนลง โดยใช้จำนวน Reader 2 ตัวก็พอแต่ผลที่ Reader อ่านได้อาจจะมีค่าความผิดพลาดมากกว่านี้ เพราะระยะที่อ่านได้เทียบกับจุดอ้างอิงเพียง 2 จุดเท่านั้นแต่หากใช้ 3 ตัวก็จะเป็นการเทียบกับจุดอ้างอิงที่มากกว่าและน่าจะสามารลดความผิดพลาดลงได้

ผลการเปรียบเทียบระยะทางที่แตกต่างกันในกรณีที่ Reader อ่านระยะผิดพลาดที่ 10% นี้ ถ้าเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดของกล้องสำรวจในอุตสาหกรรมโยธาและระบบ Parking Reverse Sensor ในรถยนต์ดังแสดงในตารางที่ 4-6 แล้วค่าความผิดพลาดนี้ใช้ในการอ้างอิงในการวัดระยะทางโดยใช้หลักการของคลื่นและแสงเลเซอร์ ดังนั้นความผิดพลาดที่ยอมรับได้จึงแตกต่างกันมากดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ค่าความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ใช้อ้างอิง (Surveying Instruments, PENTAX, n.d.; Parking Sensor Series, TRADEKEY, n.d.)

กล้องสำรวจ (ความแม่นยำ)	Parking Reverse Sensor
+/- 30 Cm	+/- 10 Cm (2-5% Range)

ในตารางที่ 4-6 แสดงค่าความผิดพลาดของอุปกรณ์กล้องสำรวจในงานโยธาและ Parking Reverse Sensor ที่ใช้หลักการของคลื่นวิทยุและเลเซอร์ในการคำนวณหาระยะทางจากจุดอ้างอิงซึ่ง Parking Reverse Sensor นั้นค่าความผิดพลาดขึ้นอยู่กับความยาวของระยะทำการของคลื่นด้วย



ภาพที่ 4-9 ลานจอดรถยนต์รอซ่อมและประกอบชิ้นส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์

จากภาพที่ 4-9 แสดงลานจอดรถยนต์รอซ่อมและประกอบชิ้นส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์
พื้นที่เหล่านี้จัดเป็นไว้เป็นโซนมีการตีเส้นที่พื้นกำหนดขอบเขตการจอดเพื่อความสะดวก
ในการเคลื่อนย้ายรถยนต์



ภาพที่ 4-10 การค้นหารถยนต์ที่ต้องการนำไปซ่อมและดำเนินการขั้นตอนต่อไป

จากภาพที่ 4-10 แสดงการหารถยนต์โดยให้พนักงานเริ่มเดินหารถยนต์เป้าหมายตามวิธีที่ได้
แสดงไว้ข้างต้นจากจุดที่ติดตั้งจอมอนิเตอร์ไปจนกว่าจะพบและมีการบันทึกเวลาเพื่อเก็บข้อมูลด้วย



ภาพที่ 4-11 การให้สัญญาณหลังจากพบรถยนต์ที่ต้องการ

จากภาพที่ 4-11 แสดงการให้สัญญาณของพนักงานเมื่อพบรถยนต์คันที่ต้องการ
โดยวิธีการยกมือขึ้น ซึ่งผู้ที่จับเวลาจะบันทึกข้อมูลเมื่อเห็นสัญญาณดังกล่าว

การหาผลตอบแทนการลงทุน (Rate of Return of Investment)

ในการคำนวณหาค่า ROI เราต้องมาพิจารณาในโครงการที่เราจะได้ดำเนินการนี้ว่า
การลงทุนนี้จะมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนอยู่ในระดับที่ก่อให้เกิดกำไรอย่างน้อยเพียงใด
โดยพิจารณาข้อมูลจากงบการเงินดังแสดงในภาคผนวก

1. เงินลงทุนในการติดตั้ง RFID	2,043,580	บาท
Reader (3x96000)	288,000	บาท
Pillar-Antenna (3x10,000)	30,000	บาท
RFID Active Tag (2,500x600)	1,500,000	บาท
Printer	43,000	บาท

Antenna Column (3,000 x 3)	9,000	บาท
Adapter Antenna (3 x 1,500)	4,500	บาท
Wire LAN (700x 12)	8,400	บาท
Electric Wire (60x15)	900	บาท
Maintenance Cost 10% Annually	185,780	บาท
2. ค่าโทรศัพท์	3,335,924,864	บาท
สินทรัพย์	20,167,751,135	บาท
สูตรการคำนวณ	$3,335,924,864 / (20,167,751,135 + 2,043,580) * 100\%$	
ผลลัพธ์	16.53%	

สามารถสรุปได้ว่าโครงการนี้เหมาะสมที่จะลงทุนเพราะผลลัพธ์ที่ได้นั้นสูงกว่าดอกเบี้ยในปัจจุบัน แสดงว่ามีการใช้สินทรัพย์ ที่ก่อให้เกิดรายได้มากกว่า

หมายเหตุ: อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ปัจจุบัน 6.50 %

การหามูลค่าต้นทุนการใช้กระดาษ

1. ราคากระดาษต่อรีม = 95 บาท (500 แผ่น)
เพราะฉะนั้นราคาต่อแผ่น = 0.20 บาท
2. ค่าใช้จ่ายในการ Copy ต่อแผ่น = 0.50 บาท
ปริมาณการผลิตรถยนต์ต่อวัน (2 กะ) = 500 คัน
เพราะฉะนั้นมูลค่าใช้กระดาษต่อวัน = $(500 \times 0.5) + (500 \times 0.2)$
= 350 บาท/ วัน
เพราะฉะนั้นใน 1 เดือนต้องเสียค่าใช้จ่าย = 350×24
= 8400 บาท / เดือน

การหาจุดคุ้มทุน

ในการจะลงทุนทำธุรกิจใด ๆ นั้นต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการก่อนการหาระยะเวลาคืนทุน จุดคุ้มทุน เพื่อจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาประกอบการพิจารณาในการที่จะดำเนินธุรกิจ ซึ่งจุดคุ้มทุนหมายความว่าที่ระดับการดำเนินงานของธุรกิจที่ปริมาณการผลิตและการขายมีผลทำให้ธุรกิจมีรายได้เท่ากับค่าใช้จ่ายรวมนั่นเอง ส่วนระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนของการนำเทคโนโลยี RFID มาติดรถยนต์นั้นผลการศึกษายกจะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดต่าง ๆ ที่เป็นต้นทุนและค่าใช้จ่าย ในที่นี้รายได้ที่จะเป็นผลตอบแทนกลับคืนมาจะอยู่ในรูปของการลดเวลาในการหาตำแหน่งรถยนต์ของพนักงาน

ต้นทุนคงที่ (ค่าอุปกรณ์ RFID)	2,043,580	บาท
ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงรายปี	185,780	บาท
ต้นทุนการใช้กระดาษ	8,400	บาท/เดือน
ค่าแรงพนักงาน	400	บาท/ชม/คน
เวลาในการหารลดเฉลี่ยที่ลดลง	4	นาที/คัน
จำนวนรถยนต์ที่ต้องหาเฉลี่ย	6,228	คัน/เดือน
เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานที่กลับคืนมา		
$6,228 * 4 * 12 * (400/60) + 8400 - 185,780$	1,815,580	บาท/ปี
ส่วนต่างของต้นทุนและรายรับ	$2,043,580 - 1,815,580$	228,000 บาท
ใน 1 เดือนมีรายรับ	$1,815,580 / 12$	151,298 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	$1,815,580 + (151,298 * 2)$	2,118,176 บาท
เพราะฉะนั้นระยะเวลาในการคืนทุนคือ 1 ปี 2 เดือน		
หมายเหตุ: รายได้รวมหลังหักค่าบำรุงรักษารายปีในช่วงเวลา 1 ปี 2 เดือน มากกว่าต้นทุนครั้งแรกที่ลงทุนไป		

เปรียบเทียบผลทางด้านเวลาและระยะทาง

ผลจากการเก็บข้อมูลโดยการจำลองการหาตำแหน่งรถยนต์ ซึ่งใช้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 30 ตัวอย่างแล้วหาค่าเฉลี่ยออกมา ปรากฏว่าเวลาที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่งรถยนต์นั้นลดลงไป 50% เพราะเมื่อผู้ที่ต้องการจะหาตำแหน่งรถยนต์รู้ตำแหน่งคร่าว ๆ ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แสดงผลก็จะเดินตรงไปในบริเวณนั้นเลยโดยไม่ต้องเดินหาที่ละแถวตามวิธีการเดิมที่เคยปฏิบัติโดยเวลาเฉลี่ยที่ลดลงนั้นแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่งรถยนต์ (Searching Time)

การหารลด ณ ปัจจุบัน	ถ้า RFID มาใช้
เวลาเฉลี่ย 8 นาทีต่อคัน	เวลาเฉลี่ย 4 นาทีต่อคัน

ผลทางการลดระยะทาง

จากผลการหาตำแหน่งรถยนต์โดยรู้ตำแหน่งคร่าว ๆ แล้วนั้นก็ส่งผลให้บุคคลหรือพนักงานที่ต้องการค้นหาหารลดระยะทางการเดินลงประมาณ 73% ถ้าเลือกเดินตามวิธีที่ 1 และลดระยะทางการเดินลง 43% ถ้าเลือกเดินตามวิธีที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังในการค้นหาตำแหน่งรถยนต์

การหารรถยนต์ ณ ปัจจุบัน	ถ้า RFID มาใช้
การเดินหารรถยนต์วิธีที่ 1 ระยะทาง 390 เมตร	220 เมตร
การเดินหารรถยนต์วิธีที่ 2 ระยะทาง 500 เมตร	210 เมตร

หมายเหตุ: ธรรมชาติของผู้ที่ค้นหารถยนต์จะเลือกการเดินในเส้นทางที่สั้นที่สุดและสะดวกที่สุด

ผลทางด้านอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (Return On Investment)

จากผลการคำนวณเพื่อหาอัตราผลตอบแทนการลงทุนสามารถสรุปได้ว่า โครงการการนำ RFID มาใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ในการบอกตำแหน่งรถยนต์ในลานจอดนั้นเหมาะสมที่จะลงทุนเพราะเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราดอกเบี้ยในปัจจุบันที่อยู่ที่ 6.5-7 % แล้วนั้นอัตราผลตอบแทนการลงทุนนั้นสูงกว่า

ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยในปัจจุบันและอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน

อัตราดอกเบี้ยปัจจุบัน (%)	อัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (%)
6.5-7.0%	16.53%