# บทที่ 4

## การกำหนดดัชนีเพื่อการวัดประเมินผล

จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้ทราบปัจจัยคงที่และปัจจัยแปรผันที่มีผลต่อความสูญเสียในขั้นตอนการเตรียมการ ในบทนี้ได้นำปัจจัยเหล่านั้นมาทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม ซึ่งเป็นขั้นตอนการทดลองครั้งที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพและความสูญเสียในขั้นตอนการเตรียมการผลิต

ได้ทำการเก็บข้อมูลในขั้นตอนการเตรียมการครั้งที่ 1 (กุมภาพันธ์ 2542 - พฤษภาคม 2542) ซึ่งได้ดำเนินการศึกษา เฉพาะกลุ่มปัจจัยแปรผันเท่านั้น เนื่องจากปัจจัยคงที่มีการเตรียมและดำเนินการที่เหมือนกัน การทดลองทุกครั้ง ดังนั้นจึงได้ศึกษาข้อมูลของ 5 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน
- กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วน
- กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร
- กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์
- กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบ

**4.1.1 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน** ได้แก่ การจัดงาน จำนวนการสอนและการประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

**ก. การจัดงาน** เป็นการทำให้งานสมดุล โดยแบ่งงานภายใต้รอบเวลาการผลิต 2 นาที สามารถจัดงานได้ 139 คน ซึ่งได้ศึกษาในสายการประกอบทั้ง 3 สายงาน คือ สายการประกอบทริม สายการประกอบช่วงล่าง และสายการประกอบขั้นสุดท้าย เป็นการศึกษาก่อนการปรับปรุง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) สายการประกอบทริม มีพนักงานทั้งหมด 43 คน กระทำการประกอบใน 43 กระบวนการ ใช้เวลาทั้งหมด 5.507 วินาที โดยเฉลี่ยแล้วพนักงาน 1 คน ทำงาน 128.07 วินาที ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 กระบวนการประกอบและระยะเวลาประกอบในสายการประกอบทริม

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | เวลาในการประกอบ (วินาที) |
|---|---|---|
| TR1-1 | ยกห้องโดยสารเข้าสู่สายการประกอบ | 127 |
| TR1-2 | ยกกระบะเข้าสู่สายการประกอบ | 87 |
| TR2-1 | ติดตั้งชุดปัดน้ำฝน | 139 |
| TR2-2 | ติดตั้งผ้าเก็บเสียงที่หลังคา | 142 |
| TR3-1 | ติดตั้งผ้าเก็บเสียงห้องโดยสาร | 89 |
| TR3-2 | ติดตั้งสายไฟหน้าปัทม์ | 147 |
| TR3-3 | ประกอบในห้องเครื่อง # 2 | 75 |
| TR4-3 | ประกอบในห้องเครื่อง # 1 | 176 |
| TR5-1 | ติดตั้งสายไฟหน้าปัทม์ด้านขวา | 127 |
| TR5-2 | ติดตั้งสายไฟหน้าปัทม์ด้านข้าง | 144 |
| TR5-3 | ประกอบในห้องเครื่อง #3 และแม่ปั๊มเบรค | 106 |
| TR6-1 | ประกอบขาเบรค ขาคลัชด้านขวา | 151 |
| TR6-5 | ประกอบขยายขาเบรค ขาคลัช | 166 |
| TR7-2 | ประกอบชุดแอร์ | 176 |
| TR7-3 | ประกอบในห้องเครื่อง #4 ชุด ABS | 229 |
| TR7-5 | ประกอบย่อยชุดแม่ปั๊มเบรค | 204 |
| TR8-1 | ติดตั้งชุดต่อสาย # | 104 |
| TR8-2 | ติดตั้งคานหน้าปัทม์มีด้านซ้าย | 108 |
| TR8-3 | ประกอบในห้องเครื่อง #5 ชุดกรองน้ำมัน | 152 |
| TR9-1 | ติดตั้งเบรคมือ | 146 |
| TR9-2 | ติดตั้งชุดควบคุมแอร์ | 107 |
| TR9-3 | ประกอบห้องเครื่อง #6 | 108 |
| TR10-1 | ติดตั้งยากระจกหูข้าง | 94 |
| TR10-3 | ประกอบห้องเครื่อง #7 รังผึ้งแอร์ | 252 |
| TR10-5 | ประกอบย่อยชุดรังผึ้งแอร์ | 114 |
| TR11-1 | ติดตั้งผ้าหลังคา | 141 |
| TR11-2 | ติดตั้งมือจับผ้าหลังคา | 231 |

ตารางที่ 4.1 กระบวนการประกอบและระยะเวลาประกอบในสายการประกอบทริม (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | เวลาในการประกอบ (วินาที) |
|---|---|---|
| TR12-1 | ประกอบที่บังแดด | 113 |
| TR12-2 | ติดตั้งวิทยุ | 88 |
| TR13-1 | ประกอบชุดมิเตอร์หน้าปัทม์ | 89 |
| TR13-2 | ติดตั้งลำโพงวิทยุ | 98 |
| TR13-5 | ติดตั้งกระจกหลัง | 131 |
| TR14-1 | ติดตั้งคอพวงมาลัย | 109 |
| TR14-3 | ติดตั้งแผ่นกันความร้อนฝากระโปรง | 110 |
| TR14-5 | ประกอบย่อยชุดคอพวงมาลัย | 114 |
| TR15-1 | ติดตั้งคิ้วหลังคาด้านขวา | 82 |
| TR15-2 | ติดตั้งคิ้วหลังคาด้านซ้าย | 82 |
| TR15-5 | ประกอบย่อยกระจกหน้า | 120 |
| TR16-1 | ประกอบคิ้วกระจกหน้าด้านขวา | 96 |
| TR16-2 | ประกอบคิ้วกระจกหน้าด้านซ้าย | 104 |
| TR17-3 | ติดตั้งไฟใหม่ซ้ายและขวา | 96 |
| TR20-1 | ติดตั้งแผงกันฝุ่นขาว | 109 |
| TR20-2 | ติดตั้งแผงกันฝุ่นซ้าย | 124 |

จากตารางที่ 4.1 พบว่าการจัดงานในสายการประกอบทริม ซึ่งมีพนักงานทั้งหมด 43 คน สามารถแบ่งการจัดงานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สามารถจัดงานได้ในรอบเวลา 23 คน และกลุ่มที่จัดงานเกินรอบเวลา 20 คน

(2) สายการประกอบช่วงล่าง มีพนักงานทั้งหมด 64 คน กระทำการประกอบใน 64 กระบวนการ ใช้เวลาทั้งหมด 7,723 วินาที โดยเฉลี่ยแล้วพนักงาน 1 คน ทำงาน 120.67 วินาที ดังรายละเอียด ตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 กระบวนการประกอบและระยะเวลาการประกอบในสายการประกอบช่วงล่าง (ก่อนการปรับปรุง)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | เวลาในการประกอบ (วินาที) |
|---|---|---|
| C1-1-1 | การประกอบท่อเบรค#2และ #5 เข้ากับเฟรม | 143 |
| C1-1-2 | การนำเฟรมเข้าสู่สายการประกอบ | 134 |
| C1-2-1 | การประกอบชุดเฟืองหน้าเข้ากับเฟรมข้างขวา | 170 |
| C1-2-2 | การประกอบชุดเฟืองหน้าเข้ากับเฟรมข้างซ้าย | 106 |
| C1-3-1 | การประกอบชุดเฟืองท้ายเข้ากับเฟรมด้านขวา | 134 |
| C1-3-2 | การประกอบชุดเฟืองท้ายเข้ากับเฟรมด้านซ้าย | 86 |
| C1-4-1 | ยิงยึด ยูโบล์ท (U-bolt) ข้างขวา | 125 |
| C1-4-2 | ยิงยึด ยูโบล์ท (U-bolt) ข้างซ้าย | 129 |
| C1-5-1 | ยิงยึด ทอร์ซัน (Torsion Bow) เข้ากับเฟรมด้านขวา | 115 |
| C1-5-2 | ยิงยึด ทอร์ซัน (Torsion Bow) เข้ากับเฟรมด้านซ้าย | 82 |
| C1-6-1 | ประกอบเพลากลาง | 123 |
| C1-6-2 | ประกอบเพลากลาง | 130 |
| C2-1-1 | ตั้งมุมล้อคนที่1 | 90 |
| C2-1-2 | ตั้งมุมล้อคนที่2 | 80 |
| C2-1-3 | ตั้งมุมล้อคนที่3 | 47 |
| C2-4-1 | ยิงโช๊คหลังด้านขวา | 141 |
| C2-4-2 | ยิงโช๊คหลังด้านซ้าย | 133 |
| C2-5-1 | ประกอบสายไฟของ ABS | 114 |
| C2-5-2 | ประกอบยางแผ่นเครื่อง | 130 |
| C2-6-1 | ประกอบท่อไอเสียหน้า | 123 |
| C2-6-2 | ประกอบไอเดิล์ (I-dle arm) | 77 |
| C2-7-1 | ประกอบกระปุกพวงมาลัย | 157 |
| C2-7-2 | ประกอบท่อไอเสียท่อนปลาย | 137 |
| C2-8-1 | ประกอบเครื่องยนต์เข้าเฟรมข้างขวา | 110 |
| C2-8-2 | ประกอบเครื่องยนต์เข้าเฟรมข้างซ้าย | 128 |

ตารางที่ 4.2 กระบวนการประกอบและระยะเวลาการประกอบในสายการประกอบช่วงล่าง (ก่อนการปรับปรุง) (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | เวลาในการประกอบ (วินาที) |
|---|---|---|
| C2-8-3 | ประกอบเพลากลางท่อนหน้า | 162 |
| C2-8-4 | ประกอบท่อระบบเพาว์เวอร์ | 88 |
| C2-9-1 | ประกอบยางอะไหล่ | 83 |
| C2-9-2 | การวาง ซิม รองกระบะ | 57 |
| C2-10-1 | การติดตั้งล้อด้านขวา | 123 |
| C2-10-2 | การติดตั้งล้อด้านซ้าย | 113 |
| C2-12-1 | การครอบหัวเก๋งด้านขวา | 101 |
| C2-12-2 | การครอบหัวเก๋งด้านซ้าย | 89 |
| C2-14-1 | การครอบกระบะด้านขวา | 132 |
| C2-14-2 | การครอบกระบะด้านซ้าย | 122 |
| C2-11-5-1 | การประกอบแผ่นกับปูนด้านขวา | 94 |
| C2-11-5-2 | การประกอบแผ่นกับปูนด้านซ้าย | 119 |
| C2-11-5-3 | การประกอบท่อเบรคใต้หัวเก๋ง | 155 |
| EG-1 | การวางเครื่องยนต์และประกอบชุดขับเคลื่อน | 165 |
| EG-2 | การประกอบปั๊มเพาว์เวอร์ | 84 |
| EG-3 | การประกอบชุดส่งกำลัง (Transfer) | 103 |
| B/G-4 | การประกอบมอร์เตอร์ขับ | 103 |
| B/G-5 | การประกอบชุดคอมเพสเซอร์ | 98 |
| B/G-6 | การเติมน้ำมันชุดขับเคลื่อนและชุดส่งกำลัง | 115 |
| EG7 | การติดตั้งชุดปั๊มแอร์ | 72 |
| BG7 | การติดตั้งปั๊มคลัช | 92 |
| RR1 | การจัดส่งชุดเฟืองท้าย | 108 |
| RR2 | การประกอบชุดเบรคหลัง | 162 |
| RR3 | การประกอบชุดเฟืองท้ายเข้ากับเป้า | 143 |
| RR4 | การประกอบเพลาขับ | 83 |

ตารางที่ 4.2 กระบวนการประกอบและระยะเวลาการประกอบในสายการประกอบช่วงล่าง (ก่อนการปรับปรุง) (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | เวลาในการประกอบ (วินาที) |
|---|---|---|
| RR5 | การประกอบซิลป้องกันน้ำมัน | 118 |
| RR6 | การประกอบชุดเบรคหลัง | 99 |
| RR7 | การทดลองน้ำมันรั่ว | 109 |
| RR8 | การพ่นสีเฟืองท้าย | 149 |
| RR9 | การประกอบชุดสปริงหลังด้านขวา | 120 |
| RR10 | การประกอบชุดสปริงหลังด้านซ้าย | 128 |
| FR1 | การประกอบย่อยจุดฮับ-ดิส | 145 |
| FR2 | การประกอบย่อยคอม้าและปีกนกล่างขวา | 165 |
| FR3 | การประกอบย่อยปีกนกบน | 152 |
| FR4 | การประกอบย่อยชุดดิสเข้ากับคอม้าด้านขวา | 169 |
| FR5 | การประกอบย่อยท่อเบรค | 180 |
| FR6 | การประกอบย่อยชุดดิสเข้ากับคอม้าด้านซ้าย | 165 |
| FR7 | การประกอบชุดคอม้าและปีกนกล่างซ้าย | 165 |
| FR8 | การประกอบย่อยปีกนกบน | 152 |

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การจัดงานในสายการประกอบช่วงล่างซึ่งมีพนักงานทั้งหมด 64 คน สามารถแบ่งการจัดงานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดงานได้ในรอบเวลา 26 คน และกลุ่มที่จัดงานเกินรอบเวลา 38 คน

(3) สายการประกอบขั้นตอนสุดท้าย มีพนักงานทั้งหมด 32 คน กระทำการประกอบใน 32 กระบวนการ ใช้เวลาทั้งหมด 4,976 วินาที โดยเฉลี่ยแล้วพนักงาน 1 คน ทำงาน 155.5 วินาที ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 กระบวนการประกอบและระยะเวลาในสายการประกอบขั้นตอนสุดท้าย

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | เวลาในการประกอบ (วินาที) |
|---|---|---|
| F1-1 | ประกอบท่อเบรคด้านขวา | 167 |
| F1-2 | ประกอบท่อเบรคด้านซ้าย | 204 |
| F1-3 | ประกอบกันชนหน้าด้านซ้าย | 130 |
| F1-4 | การประกอบหม้อน้ำด้านซ้าย | 214 |
| F1-5 | ประกอบกันชนหน้าด้านขวา | 132 |
| F1-7 | การประกอบบันไดข้างขวา | 230 |
| F1-6 | การใส่คันเกียร์ | 204 |
| F1-8 | การประกอบบันไดข้างซ้าย | 316 |
| F1-9 | การประกอบกระจกหูข้างขวา | 308 |
| F1-10 | การประกอบกระจกหูข้างซ้าย | 346 |
| F1-11 | การปูพรมขวา | 282 |
| F1-12 | การปูพรมซ้าย | 222 |
| F1-13 | การไล่ลมเบรคขวา | 373 |
| F1-14 | การไล่ลมเบรคซ้าย | 331 |
| F1-15 | การปลดสายไล่ลมเบรคซ้าย | 145 |
| F1-16 | การปลดสายไล่ลมเบรคขวา | 198 |
| F1-17 | การยิงตัวกันกระแทกเครื่องยนต์ | 247 |
| F2-1 | การติดตั้งชุดครอบใต้หน้าปัทม์ขวา | 283 |
| F2-2 | การติดตั้งชุดครอบใต้หน้าปัทม์ซ้าย | 173 |
| F2-3 | การติดตั้งแบตเตอรี่ | 191 |
| F2-4 | การติดตั้งเบาะหลัง | 420 |
| F2-5 | การเติมน้ำยา LLC | 193 |
| F2-6 | การติดตั้งหม้อกรองอากาศ | 182 |
| F2-7 | การติดตั้งเบาะหน้าขวา | 214 |
| F2-8 | การติดตั้งเบาะหน้าซ้าย | 244 |
| F2-9 | เติมน้ำมัน | 139 |
| F2-10 | ติดตั้งล็อคฝาท้าย | 239 |
| F2-11 | ติดตั้งประตูหน้าซ้าย | 125 |

ตารางที่ 4.3 กระบวนการประกอบและระยะเวลาในสายการประกอบขั้นตอนสุดท้าย (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | เวลาในการประกอบ (วินาที) |
|---|---|---|
| F2-12 | ติดตั้งประตูหน้าขวา | 129 |
| F2-13 | ติดตั้งไฟหรี่ขวา | 111 |
| F2-14 | ติดตั้งไฟหรี่ซ้าย | 150 |
| F2-15 | ขับรถส่งกระบวนการถัดไป | 104 |

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การจัดงานในสายการประกอบขั้นตอนสุดท้ายซึ่งมีพนักงานทั้งหมด 32 คน สามารถแบ่งการจัดงานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สามารถจัดงานได้ในรอบเวลา 5 คน และกลุ่มที่จัดงานเกินรอบเวลา 27 คน

**ข. จำนวนการสอน** ในสายการประกอบจะมีการสอนเพื่อให้พนักงานเข้าทดลองในช่วงนี้ ซึ่งจะทดลองในรถยนต์ทั้งหมด 4 คัน โดยใช้เอกสารมาตรฐานงานเป็นแนวทาง

**ค. การติดตามผล** เป็นการติดตามประเมินทักษะการประกอบของพนักงาน ซึ่งจะทำโดยการประเมินจากผู้ฝึกสอนโดยตรง ดังนั้นปริมาณการสอนที่น้อยครั้ง และสภาพการทำงานที่แตกต่างจากสายการประกอบจริงทำให้การประเมินผลมีความคลาดเคลื่อนซึ่งจากกฎเกณฑ์เดิมแบ่งการประเมินทักษะเป็น 4 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 พนักงานสามารถเข้าใจวิธีการทำงาน

ระดับที่ 2 พนักงานเข้าใจวิธีการทำงานและสามารถทำงานได้โดยไม่คำนึงถึงเวลา

ระดับที่ 3 พนักงานสามารถทำงานได้ แต่เวลาในการทำงานต้องไม่เกิน 130 เปอร์เซ็นต์ของรอบการทำงานที่วางแผนไว้

ระดับที่ 4 พนักงานสามารถทำงานได้ภายในรอบเวลาการทำงานที่วางแผนไว้

ตารางที่ 4.4 ระดับทักษะการประกอบรถยนต์ของพนักงานภายใต้การทดลองประกอบ 4 คัน

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | ระดับทักษะ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | คันที่ 1 | คันที่ 2 | คันที่ 3 | คันที่ 4 |
| TR1-1 | ยกห้องโดยสารเข้าสู่สายการประกอบ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TR1-2 | ยกกระบะเข้าสู่สายการประกอบ | 2 | 3 | 3 | 3 |
| TR2-1 | ติดตั้งชุดปัดน้ำฝน | 1 | 1 | 2 | 2 |
| TR2-2 | ติดตั้งผ้าเก็บเสียงที่หลังคา | 1 | 1 | 1 | 2 |
| TR3-1 | ติดตั้งผ้าเก็บเสียงห้องโดยสาร | 1 | 2 | 2 | 3 |
| TR3-2 | ติดตั้งสายไฟหน้าปัทม์ | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR3-3 | ประกอบในห้องเครื่อง # 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| TR4-3 | ประกอบในห้องเครื่อง # 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| TR5-1 | ติดตั้งสายไฟหน้าปัทม์ด้านขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR5-2 | ติดตั้งสายไฟหน้าปัทม์ด้านข้าง | 1 | 1 | 2 | 2 |
| TR5-3 | ประกอบในห้องเครื่อง #3 และแม่ปั๊มเบรค | 1 | 1 | 2 | 2 |
| TR6-1 | ประกอบขาเบรค ขาคลัชด้านขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR6-5 | ประกอบขยายขาเบรค ขาคลัช | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR7-2 | ประกอบชุดแอร์ | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR7-3 | ประกอบในห้องเครื่อง #4 ชุด ABS | 1 | 1 | 2 | 2 |
| TR7-5 | ประกอบย่อยชุดแม่ปั๊มเบรค | 1 | 1 | 2 | 2 |
| TR8-1 | ติดตั้งชุดต่อสาย # | 2 | 2 | 2 | 3 |
| TR8-2 | ติดตั้งคานหน้าปัทม์มีด้านซ้าย | 2 | 1 | 2 | 3 |
| TR8-3 | ประกอบในห้องเครื่อง #5 ชุดกรองน้ำมัน | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR9-1 | ติดตั้งเบรคมือ | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR9-2 | ติดตั้งชุดควบคุมแอร์ | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR9-3 | ประกอบห้องเครื่อง #6 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| TR10-1 | ติดตั้งยากระจกหูข้าง | 1 | 2 | 3 | 3 |
| TR10-3 | ประกอบห้องเครื่อง #7 รังผึ้งแอร์ | 1 | 2 | 3 | 3 |
| TR10-5 | ประกอบย่อยชุดรังผึ้งแอร์ | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR11-1 | ติดตั้งผ้าหลังคา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR11-2 | ติดตั้งมือจับผ้าหลังคา | 2 | 2 | 2 | 2 |

ตารางที่ 4.4 ระดับทักษะการประกอบรถยนต์ของพนักงานภายใต้การทดลองประกอบ 4 คัน (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | ระดับทักษะ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | คันที่ 1 | คันที่ 2 | คันที่ 3 | คันที่ 4 |
| TR12-1 | ประกอบที่บังแดด | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TR12-2 | ติดตั้งวิทยุ | 1 | 2 | 3 | 2 |
| TR13-1 | ประกอบชุดมิเตอร์หน้าปัทม์ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TR13-2 | ติดตั้งลำโพงวิทยุ | 2 | 2 | 3 | 3 |
| TR13-5 | ติดตั้งกระจกหลัง | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR14-1 | ติดตั้งคอพวงมาลัย | 2 | 2 | 2 | 3 |
| TR14-3 | ติดตั้งแผ่นกันความร้อนฝากระโปรง | 1 | 2 | 2 | 3 |
| TR14-5 | ประกอบย่อยชุดคอพวงมาลัย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| TR15-1 | ติดตั้งคิ้วหลังคาด้านขวา | 2 | 2 | 2 | 3 |
| TR15-2 | ติดตั้งคิ้วหลังคาด้านซ้าย | 2 | 2 | 2 | 3 |
| TR15-5 | ประกอบย่อยกระจกหน้า | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TR16-1 | ประกอบคิ้วกระจกหน้าด้านขวา | 2 | 3 | 3 | 3 |
| TR16-2 | ประกอบคิ้วกระจกหน้าด้านซ้าย | 2 | 3 | 3 | 3 |
| TR17-3 | ติดตั้งไฟใหม่ซ้ายและขวา | 2 | 3 | 3 | 3 |
| TR20-1 | ติดตั้งแผงกันฝุ่นขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TR20-2 | ติดตั้งแผงกันฝุ่นซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C1-1-1 | การประกอบท่อเบรค#2และ #5 เข้ากับเฟรม | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C1-1-2 | การนำเฟรมเข้าสู่สายการประกอบ | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C1-2-1 | การประกอบชุดเฟืองหน้าเข้ากับเฟรมข้างขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C1-2-2 | การประกอบชุดเฟืองหน้าเข้ากับเฟรมข้างซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C1-3-1 | การประกอบชุดเฟืองท้ายเข้ากับเฟรมด้านขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C1-3-2 | การประกอบชุดเฟืองท้ายเข้ากับเฟรมด้านซ้าย | 2 | 2 | 2 | 3 |
| C1-4-1 | ยิงยึด ยูโบล์ท (U-Bolt) ข้างขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C1-4-2 | ยิงยึด ยูโบล์ท (U-Bolt) ข้างซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C1-5-1 | ยิงยึด ทอร์ซัน (Torsion Bow) เข้ากับเฟรมด้านขวา | 1 | 2 | 2 | 3 |
| C1-5-2 | ยิงยึด ทอร์ซัน (Torsion Bow) เข้ากับเฟรมด้านซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C1-6-1 | ติดตั้งถังน้ำมัน | 2 | 2 | 2 | 3 |

ตารางที่ 4.4 ระดับทักษะการประกอบรถยนต์ของพนักงานภายใต้การทดลองประกอบ 4 คัน (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | ระดับทักษะ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | คันที่ 1 | คันที่ 2 | คันที่ 3 | คันที่ 4 |
| C1-6-2 | ประกอบเพลากลาง | 2 | 2 | 3 | 2 |
| C2-1-1 | ตั้งมุมล้อคนที่1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-1-2 | ตั้งมุมล้อคนที่2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| C2-1-3 | ตั้งมุมล้อคนที่3 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| C2-4-1 | ยิงโช๊คหลังด้านขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-4-2 | ยิงโช๊คหลังด้านซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-5-1 | ประกอบสายไฟของ ABS | 1 | 2 | 2 | 3 |
| C2-5-2 | ประกอบยางแผ่นเครื่อง | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-6-1 | ประกอบท่อไอเสียหน้า | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-6-2 | ประกอบไอเดิล์ (I-dle arm) | 2 | 2 | 3 | 4 |
| C2-7-1 | ประกอบกระปุกพวงมาลัย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-7-2 | ประกอบท่อไอเสียท่อนปลาย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-8-1 | ประกอบเครื่องยนต์เข้าเฟรมข้างขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C2-8-2 | ประกอบเครื่องยนต์เข้าเฟรมข้างซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C2-8-3 | ประกอบเพลากลางท่อนหน้า | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C2-8-4 | ประกอบท่อระบบเพาว์เวอร์ | 2 | 2 | 2 | 3 |
| C2-9-1 | ประกอบยางอะไหล่ | 2 | 3 | 3 | 4 |
| C2-9-2 | การวาง ซิม รองกระบะ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C2-10-1 | การติดตั้งล้อด้านขวา | 2 | 2 | 2 | 3 |
| C2-10-2 | การติดตั้งล้อด้านซ้าย | 2 | 2 | 3 | 3 |
| C2-12-1 | การครอบหัวเก๋งด้านขวา | 2 | 3 | 3 | 3 |
| C2-12-2 | การครอบหัวเก๋งด้านซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C2-14-1 | การครอบกระบะด้านขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C2-14-2 | การครอบกระบะด้านซ้าย | 2 | 2 | 3 | 3 |
| C2-11-5-1 | การประกอบแผ่นกับปูนด้านขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| C2-11-5-2 | การประกอบแผ่นกับปูนด้านซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| C2-11-5-3 | การประกอบท่อเบรคใต้หัวเก๋ง | 1 | 2 | 2 | 2 |

ตารางที่ 4.4 ระดับทักษะการประกอบรถยนต์ของพนักงานภายใต้การทดลองประกอบ 4 คัน (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | ระดับทักษะ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | คันที่ 1 | คันที่ 2 | คันที่ 3 | คันที่ 4 |
| EG-1 | การวางเครื่องยนต์และประกอบชุดขับเคลื่อน | 2 | 2 | 2 | 3 |
| EG-2 | การประกอบปั๊มเพาว์เวอร์ | 2 | 2 | 2 | 3 |
| EG-3 | การประกอบชุดส่งกำลัง (Transfer) | 2 | 2 | 2 | 3 |
| B/G-4 | การประกอบมอร์เตอร์ขับ | 2 | 3 | 3 | 4 |
| B/G-5 | การประกอบชุดคอมเพสเซอร์ | 1 | 2 | 2 | 3 |
| B/G-6 | การเติมน้ำมันชุดขับเคลื่อนและชุดส่งกำลัง | 2 | 2 | 3 | 4 |
| EG7 | การติดตั้งชุดปั๊มแอร์ | 2 | 2 | 3 | 3 |
| BG7 | การติดตั้งปั๊มคลัช | 2 | 2 | 2 | 3 |
| RR1 | การจัดส่งชุดเฟืองท้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| RR2 | การประกอบชุดเบรคหลัง | 1 | 2 | 2 | 2 |
| RR3 | การประกอบชุดเฟืองท้ายเข้ากับเป้า | 1 | 2 | 2 | 3 |
| RR4 | การประกอบเพลาขับ | 1 | 2 | 2 | 2 |
| RR5 | การประกอบซิลป้องกันน้ำมัน | 1 | 2 | 3 | 3 |
| RR6 | การประกอบชุดเบรคหลัง | 1 | 2 | 2 | 2 |
| RR7 | การทดลองน้ำมันรั่ว | 2 | 2 | 2 | 2 |
| RR8 | การพ่นสีเฟืองท้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| RR9 | การประกอบชุดสปริงหลังด้านขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| RR10 | การประกอบชุดสปริงหลังด้านซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| FR1 | การประกอบย่อยจุดฮับ-ดิส | 1 | 2 | 2 | 2 |
| FR2 | การประกอบย่อยคอม้าและปีกนกล่างขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| FR3 | การประกอบย่อยปีกนกบน | 1 | 2 | 2 | 2 |
| FR4 | การประกอบย่อยชุดดิสเข้ากับคอม้าด้านขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| FR5 | การประกอบย่อยท่อเบรค | 1 | 2 | 2 | 2 |
| FR6 | การประกอบย่อยชุดดิสเข้ากับคอม้าด้านซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| FR7 | การประกอบชุดคอม้าและปีกนกล่างซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |

ตารางที่ 4.4 ระดับทักษะการประกอบรถยนต์ของพนักงานภายใต้การทดลองประกอบ 4 คัน (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | ระดับทักษะ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | คันที่ 1 | คันที่ 2 | คันที่ 3 | คันที่ 4 |
| FR8 | การประกอบย่อยปีกนกบน | 1 | 2 | 2 | 2 |
| F1-1 | ประกอบท่อเบรคด้านขวา | 1 | 1 | 2 | 2 |
| F1-2 | ประกอบท่อเบรคด้านซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| F1-3 | ประกอบกันชนหน้าด้านซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-4 | การประกอบหม้อน้ำด้านซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-5 | ประกอบกันชนหน้าด้านขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-7 | การประกอบบันไดข้างขวา | 2 | 2 | 2 | 3 |
| F1-6 | การใส่คันเกียร์ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-8 | การประกอบบันไดข้างซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-9 | การประกอบกระจกหูข้างขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| F1-10 | การประกอบกระจกหูข้างซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-11 | การปูพรมขวา | 1 | 1 | 2 | 2 |
| F1-12 | การปูพรมซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| F1-13 | การไล่ลมเบรคขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-14 | การไล่ลมเบรคซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-15 | การปลดสายไล่ลมเบรคซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-16 | การปลดสายไล่ลมเบรคขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F1-17 | การยิงตัวกันกระแทกเครื่องยนต์ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-1 | การติดตั้งชุดครอบใต้หน้าปัทม์ขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-2 | การติดตั้งชุดครอบใต้หน้าปัทม์ซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-3 | การติดตั้งแบตเตอรี่ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-4 | การติดตั้งเบาะหลัง | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-5 | การเติมน้ำยา LLC | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-6 | การติดตั้งหม้อกรองอากาศ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-7 | การติดตั้งเบาะหน้าขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-8 | การติดตั้งเบาะหน้าซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-9 | เติมน้ำมัน | 2 | 2 | 2 | 2 |

ตารางที่ 4.4 ระดับทักษะการประกอบรถยนต์ของพนักงานภายใต้การทดลองประกอบ 4 คัน (ต่อ)

| หมายเลขกระบวนการ | ชื่อกระบวนการ | ระดับทักษะ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | คันที่ 1 | คันที่ 2 | คันที่ 3 | คันที่ 4 |
| F2-10 | ติดตั้งล็อคฝาท้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-11 | ติดตั้งประตูหน้าซ้าย | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-12 | ติดตั้งประตูหน้าขวา | 1 | 2 | 2 | 2 |
| F2-13 | ติดตั้งไฟหรี่ขวา | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F2-14 | ติดตั้งไฟหรี่ซ้าย | 1 | 2 | 2 | 2 |
| F2-15 | ขับรถส่งกระบวนการถัดไป | 2 | 3 | 3 | 4 |

จากตารางกลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน ในเรื่องการจัดงาน จำนวนการสอน และการประเมินผลสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดัง ตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน

| สายการประกอบ | จำนวนพนักงาน (คน) | การจัดงาน | | ระดับทักษะจากการทดลองครั้งที่ 1 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ในรอบเวลา | เกินรอบเวลา | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - สายการประกอบ | 43 | 23 | 20 | - | 26 | 17 | - |
| - สายการประกอบช่วงล่าง | 64 | 26 | 38 | - | 40 | 18 | 6 |
| - สายการประกอบขั้นสุดท้าย | 32 | 5 | 27 | - | 31 | 1 | 1 |
| **รวม** | **139** | **54** | **85** | **-** | **97** | **36** | **7** |

จากตารางที่ 4.5 พบว่า

(1) สายการประกอบทริม มีพนักงาน 43 คน เมื่อจัดงานแล้ว มีคนจัดงานได้ในรอบเวลา 23 คน และจัดงานเกินรอบเวลา 20 คน และมีการประเมินทักษะการทดลองประกอบครั้งที่ 1 พบว่า มี 26 คนที่เข้าใจวิธีการทำงานและสามารถทำงานได้โดยไม่คำนึงถึงเวลาและมี 17 คน ที่สามารถทำงานได้แต่เวลาในการทำงานไม่เกิน 130 เปอร์เซ็นต์ ของรอบการทำงานที่วางแผนไว้

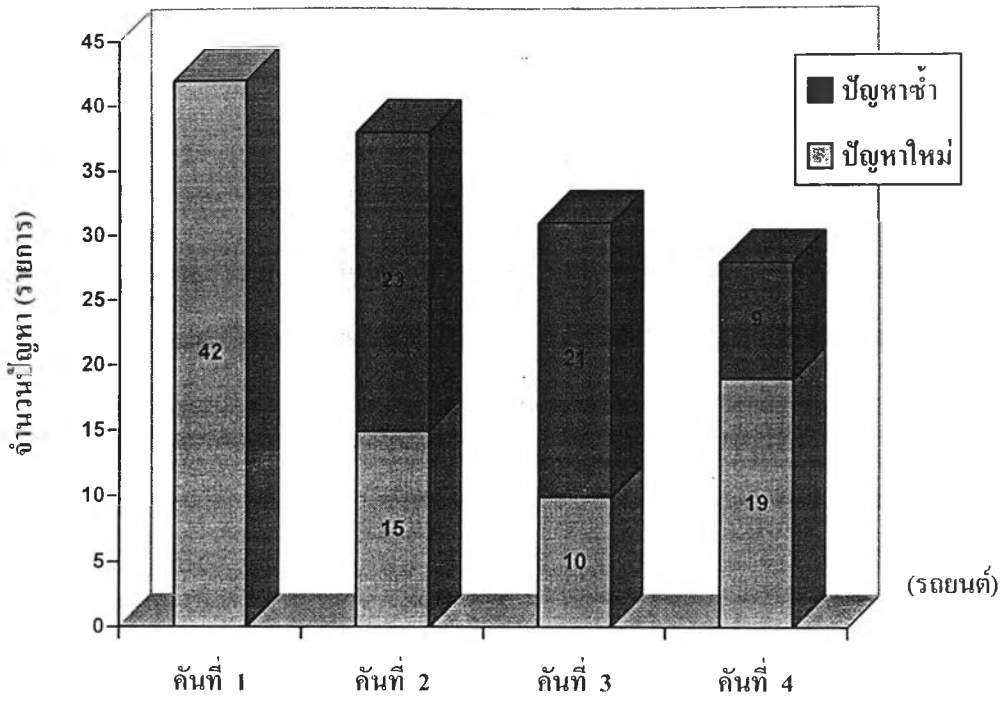
(2) สายการประกอบทริม มีพนักงาน 64 คน เมื่อจัดงานแล้ว มีคนจัดงานได้ในรอบเวลา 26 คน และจัดงานเกินรอบเวลา 38 คน และมีการประเมินทักษะการทดลองประกอบครั้งที่ 1 พบว่า มี 40 คนที่เข้าใจวิธีการทำงานและสามารถทำงานได้โดยไม่คำนึงถึงเวลาและมี 18 คน ที่สามารถทำงานได้แต่เวลาในการทำงานไม่เกิน 130 เปอร์เซ็นต์ ของรอบการทำงานที่วางแผนไว้ นอกจากนี้ ยังมี 6 คน ที่สามารถทำงานได้ภายในรอบเวลาการทำงานที่วางแผนไว้

(3) สายการประกอบทริม มีพนักงาน 32 คน เมื่อจัดงานแล้ว มีคนจัดงานได้ในรอบเวลา 5 คน และจัดงานเกินรอบเวลา 27 คน และมีการประเมินทักษะการทดลองประกอบครั้งที่ 1 พบว่า มี 31 คนที่เข้าใจวิธีการทำงานและสามารถทำงานได้โดยไม่คำนึงถึงเวลาและมี 1 คน ที่สามารถทำงานได้แต่เวลาในการทำงานไม่เกิน 130 เปอร์เซ็นต์ ของรอบการทำงานที่วางแผนไว้ นอกจากนี้ ยังมี 1 คน ที่สามารถทำงานได้ภายในรอบเวลาการทำงานที่วางแผนไว้

จะพบว่ากลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงานซึ่งได้แก่การจัดงาน จำนวนการสอน และการประเมินทักษะของพนักงาน น่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพและความสูญเสียในขั้นตอนการเตรียมการผลิต เพราะจากข้อมูลจะพบความแตกต่างของข้อมูลในเรื่องของการจัดงานและระดับทักษะการปฏิบัติงานและคาดว่าน่าจะมีความสัมพันธ์กันคือ ถ้าพนักงานสามารถจัดงานได้ในรอบเวลา มักจะทำให้ทักษะของพนักงานถูกพัฒนาได้งาน

**4.1.2 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วน** ได้แก่ การติดตามผลการทดลองชิ้นส่วน การควบคุมการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนทางวิศวกรรม มีรายละเอียด คือ

**ก. การติดตามผลการทดลองชิ้นส่วน** ได้มีการบันทึกปัญหาต่างๆ ลงในแบบฟอร์มร้องขอให้แก้ไขปัญหา (DIR - Design Investigation Request) และได้ผลสรุปของปัญหาจากการทดลองรถยนต์ทั้ง 4 คัน ได้จากรูปที่ 4.1 ดังนี้




รูปที่ 4.1 ปัญหาคุณภาพชิ้นส่วนจากการทดลองรถยนต์ 4 คัน

กระบวนการติดตามปัญหานั้นดำเนินการ ดังนี้

(1) กำหนดระดับของปัญหาคือ นำปัญหาต่าง ๆ มาทำการแยกแยะตามความสำคัญเป็นระดับต่าง ๆ เช่น

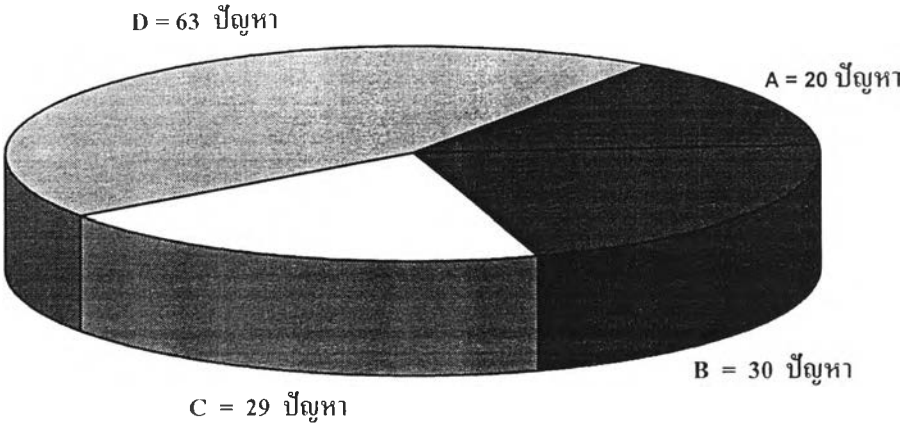
A - เห็นปัญหาวิกฤติ ถ้าปล่อยไปจะทำให้ไม่สามารผลิตปริมาณมากได้

B - ปัญหาที่ต้องการแก้ไขและตรวจสอบในการทดลองครั้งต่อไป

C - ปัญหาที่ไม่สำคัญมากสามารถปิดปัญหาได้เลย เช่น ปัญหารอยขีดถลอกจากการขนส่งและพบแค่ 1 - 2 คัน

D - คือปัญหาที่ซ้ำ

(2) ทำการแบ่งแยกปัญหาเพื่อกำหนดการติดตาม จากปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพชิ้นส่วนต่างๆ สามารถจำแนกได้ ดังรูปที่ 4.2 ดังนี้




รูปที่ 4.2 การแบ่งระดับต่าง ๆ ของปัญหาคุณภาพชิ้นส่วน

จากรูปที่ 4.2 พบว่า จำนวนปัญหาวิกฤติถ้าเปลี่ยนไปจะทำให้ไม่สามารถผลิตปริมาณมากได้ มีจำนวน 20 ปัญหา และปัญหาที่ต้องการแก้ไขและตรวจสอบในการทดลองครั้งต่อไปมีจำนวน 30 ปัญหา นอกจากนี้ปัญหาที่ไม่สำคัญมากสามารถปิดปัญหาได้เลย มี 29 ปัญหา และปัญหาที่พบมากที่สุด คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ พบ 63 ปัญหา

(3) ทำการติดตามโดยกำหนดกฎเกณฑ์ในการติดตาม คือ

- การตอบปัญหาและแนวทางการปรับปรุงให้ทำภายใน 5 วัน หรือทันทีถ้าร้องขอ
- ประชุมติดตามทุก 1 สัปดาห์
- แจ้งระดับจัดการทราบเป็นระยะ ๆ

**ข. การควบคุมการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม**

โดยในช่วงการทดลองจะแยกแยะปริมาณการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมออกเป็นกำหนดเวลา โดยในการทดลองนี้ทำในช่วง 15 พฤษภาคม 2542 ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงที่จะรับได้ครั้งสุดท้ายคือก่อนล่วงหน้าประมาณ 1 เดือน คือ 15 เมษายน 2542 เพื่อให้ทีมงานทดลองรถยนต์รุ่นใหม่สามารถเช็คงานและทำการแก้ไขงานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ ในการทดลองครั้งนี้มีการควบคุม การเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมโดยบันทึกปัญหาความผิดพลาดในการดำเนินงานตามการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมลงใน DIR เช่น มีการแจ้งเปลี่ยนหมายเลขสายไฟแต่ในช่วงการ

ทดลองไม่ได้เปลี่ยนหมายเลขสายไฟตามเอกสารที่ออกมา ถือว่าเป็น 1 ปัญหา ซึ่งจำนวนการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมตามใบ DIR พบในเอกสารที่ออกมาทั้งหมด 218 รายการ ได้รับไปดำเนินการ 200 รายการ และทำตาม 183 รายการ ดังรายละเอียดตารางที่ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมและการดำเนินการ

| การเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม | จำนวนเอกสารที่ได้รับ (รายการ) | ปัญหาในการทดลอง | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | รวม |
| 1. ขั้นตอนออกเอกสาร | 218 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. ขั้นตอนการรับเอกสาร | 200 | 5 | 4 | 5 | 4 | 18 |
| 3. ขั้นตอนการทำตาม | 183 | 8 | 6 | 2 | 1 | 17 |
| **รวม** | | **13** | **10** | 7 | 5 | **35** |

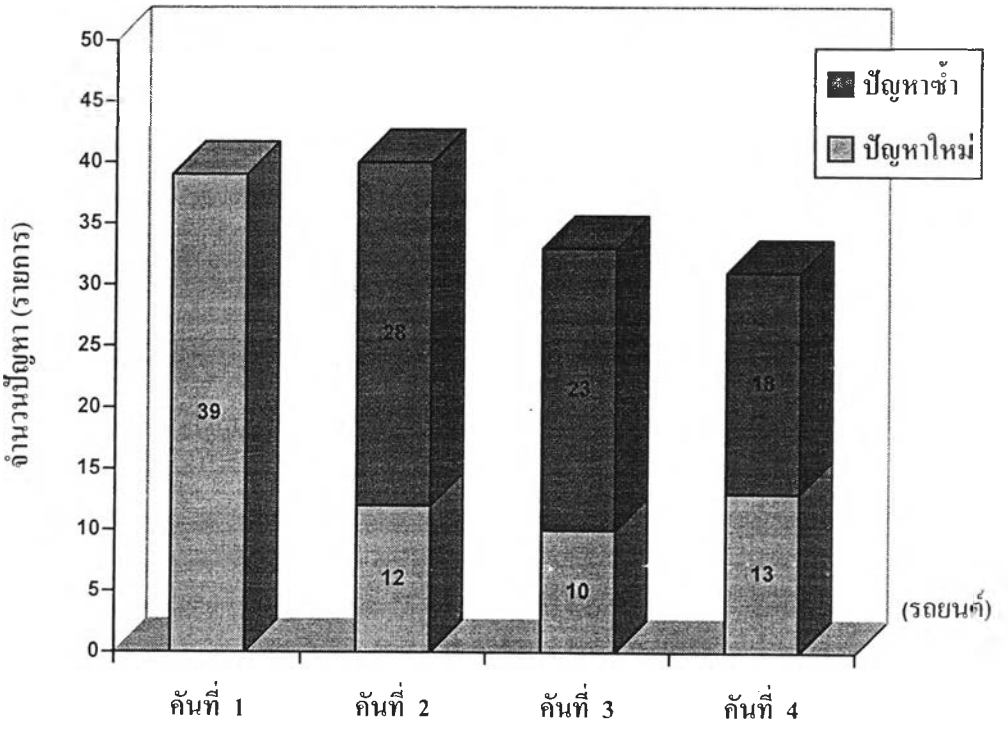
จากตารางที่ 4.6 พบว่าปัญหาทั้ง 3 ขั้นตอนรวม 35 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในขั้นตอนระหว่างออกเอกสารและรับเอกสารจะพบว่า จำนวนการออกเอกสารการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมไม่ตรงกับจำนวนที่รับถึง 18 รายการอันเนื่องมาจาก การออกเอกสารช้า 8 รายการ การรับเอกสารแล้วไม่ได้เช็คดูรายการ 10 รายการ และในส่วนความแตกต่างของการรับเอกสารมาและดำเนินการไม่ทัน 17 รายการ อันเนื่องมาจากการเข้าใจผิดในเนื้อหา 5 รายการ การไม่มีชิ้นส่วนมา 5 รายการ การไม่ได้ตรวจเช็คชิ้นส่วน ก่อนการทดลอง 7 รายการ จะพบว่าการเช็คและการทำการแก้ไขมีส่วนสำคัญยิ่ง ดังนั้น การควบคุมการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม น่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสายการผลิตด้วยเช่นกัน

**4.1.3 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร** ได้แก่ จำนวนครั้งของการทดลอง และการติดตามผล โดยมีรายละเอียดในการเก็บข้อมูลดังนี้

จำนวนครั้งของการทดลอง ในการทดลองเครื่องจักร สามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็น ระยะก่อนการทดลองครั้งที่ 1 และส่วนที่ 2 เป็นการทดลองครั้งที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

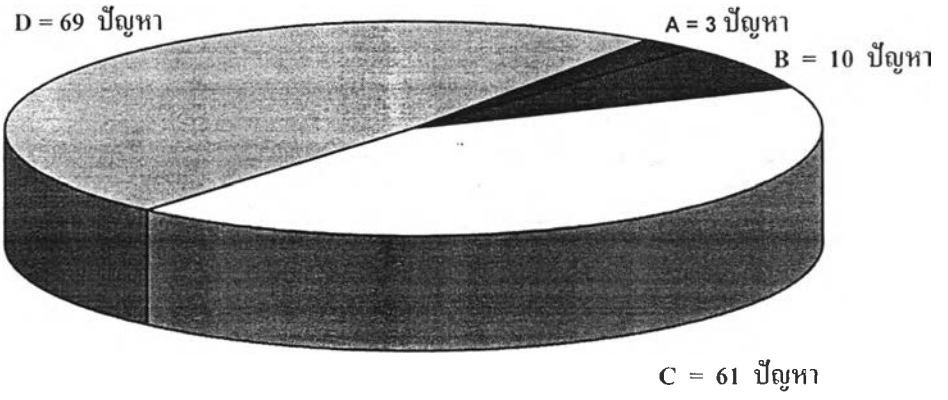
(1) ระยะก่อนการทดลอง ครั้งที่ 1 เป็นการทดลองหลังจากที่ทำเครื่องจักรต้นแบบขึ้นมาแล้ว โดยมากถือเป็นการทดลองอย่างไม่เป็นทางการ การบันทึกจำนวนครั้งไม่แน่นอนจึงไม่ได้ระบุหรือบันทึกไว้ ดังนั้นในการทดลองครั้งที่ 1 จะมีทีมทดลองรถยนต์รุ่นใหม่จะเข้าร่วมในการทดลองอย่างไม่สม่ำเสมอและจะร่วมเสนอแนะข้อมูลบางประการ

(2) ระยะทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งมีรถยนต์เข้าทำการประกอบทั้งหมด จากการติดตามทดลองเครื่องจักรทั้งหมด ได้ผลการทดลองโดยอาศัยเกณฑ์เกี่ยวกับการติดตามปัญหาคุณภาพชิ้นส่วน คือ ให้บันทึกปัญหาเครื่องจักรลงในแบบฟอร์มร้องขอให้แก้ไขปัญหา (DIR - Design Investigation Request) โดยได้ผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.3 ดังนี้




รูปที่ 4.3 ปัญหาเครื่องจักรจากการทดลองรถยนต์ 4 คัน

และจากข้อมูลปัญหาทั้งหมด สามารถแบ่งประเภทความสำคัญของปัญหาเป็น 4 ระดับ คือ A B C D ตามเกณฑ์ที่อธิบายไปแล้ว สามารถแบ่งผลของการทดลองเครื่องจักร ดังรูปที่ 4.4 ดังนี้




รูปที่ 4.4 ปัญหาเครื่องจักรแบ่งตามความสำคัญของปัญหาช่วงการทดลองประกอบรถยนต์ 4 คัน

จากรูปที่ 4.4 พบว่า ระยะการทดลองครั้งที่ 1 จำนวนปัญหาของเครื่องจักร ที่เป็นปัญหาวิกฤตถ้าปล่อยไปจะทำให้ไม่สามารถผลิตปริมาณมากได้ มีจำนวน 3 ปัญหา และปัญหาที่ต้องการแก้ไขและตรวจสอบในการทดลองครั้งต่อไปมีจำนวน 10 ปัญหา นอกจากนี้ปัญหาของเครื่องจักรที่ไม่สำคัญมากสามารถปิดปัญหาได้เลยมี 61 ปัญหา และปัญหาที่พบมากที่สุดคือปัญหาที่เกิดขึ้น 69 ปัญหา ซึ่งปัญหาเครื่องจักรที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ต้องใช้การแก้ไขในการทดลองรอบต่อไป ในการติดตามปัญหานั้นมีกฎเกณฑ์ คือ

- ในบางปัญหาที่ทำการแก้ไขเสร็จแล้ว อาจมีการนัดการทดลองนอกรอบการทดลอง โดยแผนกวิศวกรรมประจำการส่งชิ้นส่วนตัวอย่างมาทำการทดลอง
- ทำการประชุมติดตามทุก 1 สัปดาห์
- รายงานความคืบหน้า ให้ระดับจัดการทราบเป็นระยะ ๆ

**4.1.4 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์** ได้แก่ การออกแบบ การใช้พื้นที่ การทดลองใช้ และการติดตามผล

**ก. การออกแบบ** หลักเกณฑ์ที่จะประเมินการออกแบบที่สมบูรณ์ประกอบไปด้วยการออกแบบตามข้อมูลที่ได้รับมา และการได้ทวนแบบกับชิ้นส่วนจริง ในช่วงการทดลองครั้งที่ 1 มีข้อมูลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการติดตามปัญหาของชั้นวางชิ้นส่วนและภาชนะขนถ่าย

| ชั้นวางชิ้นส่วนและภาชนะขนถ่าย | | จำนวนชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลง (ชิ้น) | จำนวนอุปกรณ์ | | การออกแบบ | | การใช้พื้นที่ (ตารางเมตร) | ปัญหาการทดลอง | จำนวนปัญหา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ข้อมูล | ชิ้นส่วน | | | |
| ชั้นวางชิ้นส่วน | ชั้นวางแบบไหล | 197 | ปรับปรุง | 70 | 70 | - | 1280 | เพิ่มชั้นวางอีก 5 ตัว | 5 |
| | | | ใหม่ | 10 | 10 | - | 40 | หาที่ลงไม่ได้ 5 ตัว ในสายการประกอบทริม | 5 |
| | ชั้นวางแบบเพาว์ | 45 | ปรับปรุง | 30 | 30 | - | 30 | เพิ่มเบาว์ 2 ตัว เนื่องจากจัดไม่ลงตัว 5 ตัว | 2 |
| | | | ใหม่ | 5 | 5 | - | 5 | หาที่ลงไม่ได้ 2 ตัว | 5 |
| | ถาดใส่ชิ้นส่วน | 1 | ปรับปรุง | 1 | 1 | 1 | ไม่ได้ใช้พื้นที่เป็นการถาวร | จุดยึดไม่แน่น | 2 |
| | | | ใหม่ | - | - | - | - | - | - |
| ภาชนะขนชิ้นส่วน | ภาชนะขนชิ้นส่วนธรรมดา | 221 | ปรับปรุง | 60 | 60 | - | ไม่ได้ใช้พื้นที่เป็นการถาวร | ไม่เพียงพอ 5 ตัว | 5 |
| | | | ใหม่ | 6 | 6 | - | ไม่ได้ใช้พื้นที่เป็นการถาวร | เพิ่ม 1 ตัว | 1 |
| | ภาชนะขนชิ้นส่วนพิเศษ | 12 | ปรับปรุง | 10 | 10 | 5 | ไม่ได้ใช้พื้นที่เป็นการถาวร | ปรับปรุงใหม่ 5 | 5 |
| | | | ใหม่ | 2 | 2 | 2 | ไม่ได้ใช้พื้นที่เป็นการถาวร | ปรับปรุงใหม่ 2 | 2 |
| รวม | | 243 | ปรับปรุง | 171 | 171 | 6 | | | 19 |
| | | | ใหม่ | 23 | 23 | 2 | | | 13 |

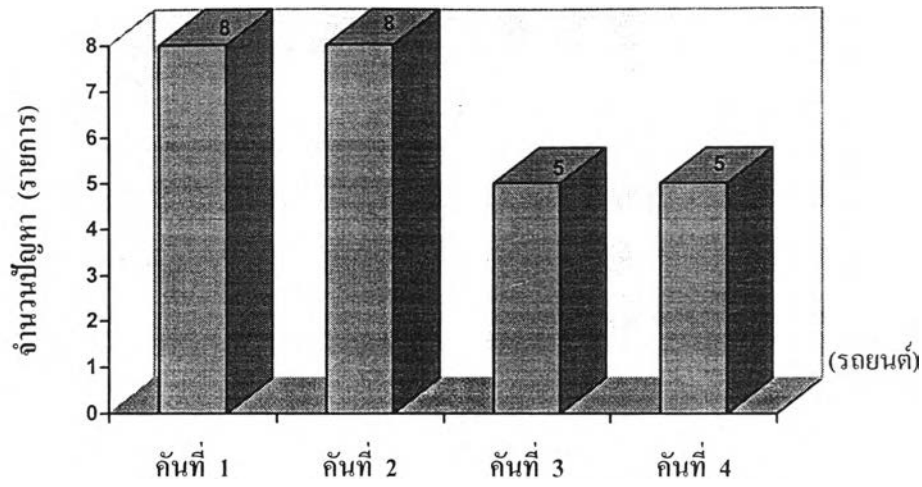
ในอุปกรณ์วางชิ้นส่วนนั้นจำเป็นต้องศึกษาปริมาณการใช้ชั้นวาง การใช้พื้นที่ ซึ่งมีความแปรผันตามการออกแบบ และการออกแบบยังจะแปรผันตามข้อมูลการออกแบบที่ได้มาหรือการมีตัวอย่างชิ้นส่วนงานใช้ในการทดลอง ย่อมเป็นการช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์

**4.1.5 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบ** ได้แก่ การติดตามปัญหา และจากการทดลองการประกอบทั้ง 4 คัน ดังรายละเอียดตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 จำนวนปัญหาจากการทดลองวัตถุดิบที่ทำการทดลอง 4 คัน

| รายการวัตถุดิบที่ต้องทำการทดลอง | จำนวนปัญหาจากการทดลองประกอบ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | คันที่ 1 | คันที่ 2 | คันที่ 3 | คันที่ 4 |
| 1. กาวโรยประตู | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. กาวโรยฝ้าหลังคา | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. น้ำยาทาตัวถัง (Body Primer) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4. น้ำยาทากระจก (Glue Primer) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5. กาวกระจก | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6. น้ำมันชุดขับหน้า | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7. น้ำมันชุดขับหลัง | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8. น้ำมันเครื่อง | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 9. น้ำมันเกียร์ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10. น้ำมันเพาว์เวอร์ | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 11. น้ำยากระจก | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12. น้ำมันเบรค | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13. น้ำยา LLC | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14. น้ำยาแอร์ | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 15. น้ำมันเชื้อเพลิง | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **รวม** | **8** | **8** | **5** | **5** |

จากตารางที่ 4.8 สามารถสรุปปัญหาจากการทดลองวัตถุดิบที่ทำการทดลอง 4 คัน พบว่า รายการวัตถุดิบที่ต้องทำการทดลองมีทั้งหมด 15 รายงาน และจากการทดลองประกอบทั้ง 4 คัน จะพบปัญหาดังนี้ ในการประกอบรถยนต์ คันที่ 1 พบ 8 ปัญหา คันที่ 2 พบ 8 ปัญหา คันที่ 3 พบ 5 ปัญหา คันที่ 4 พบ 5 ปัญหา ซึ่งปัญหาและรายการวัตถุดิบทั้งหมด จะถูกนำไปกำหนดเป็นดัชนีชี้วัดในบทต่อไป และสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 4.5 ดังนี้




รูปที่ 4.5 จำนวนปัญหาจากการทดลองวัตถุดิบที่ทำการทดลอง 4 คัน

**4.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการ**

ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพและความสูญเสียในขั้นตอนเตรียมการผลิตมาแล้ว และจะนำปัจจัยดังกล่าวมาหาปัจจัยที่แท้จริงของระบบว่าปัจจัยใดบ้างมีการทำรูปแบบการเก็บข้อมูลจากการทดลองประกอบรถยนต์ 4 คัน ที่มีผลต่อระบบการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการ โดยระบบที่ดี คือระบบที่เมื่อมีการปรับปรุงปัจจัย ถ้าปัจจัยมีอิทธิพลต่อระบบ ผลที่ได้ออกมาจะมีแนวโน้มดีหรือปัญหาลดลง

ดังนั้นในที่นี้จะหาความสัมพันธ์ของปัจจัยและผล ที่ได้โดยการคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient Of Correlation) จะใช้ $\rho$ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างตัวแปร X และ ตัวแปร Y และจะใช้สัญลักษณ์ $r_{XY}$ แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับข้อมูลที่ได้จากตัวอย่าง

ค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ที่จะใช้เป็นค่าวัดความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง โดยใช้สูตร

$$r_{XY} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\left[\Sigma(x-\bar{x})^2\right]\left[(y-\bar{y})^2\right]}}$$

โดยที่ $r_{XY}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y และ $-1 < r_{XY} < 1$

ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยสามารถบอกขนาดของความสัมพันธ์และทิศทางของความสัมพันธ์ได้ดังนี้คือ

(1) เมื่อ $r_{XY} = -1$ หมายถึง ตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันมาก หรือมีความสัมพันธ์กันสมบูรณ์และเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม

(2) เมื่อ $r_{XY}$ เข้าใกล้ -1 หมายถึง ตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมาก และเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม

(3) เมื่อ $r_{XY} = 0$ หมายถึง ตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบที่ไม่แน่นอน กล่าวคือ มีการกระจายไปในทุกทิศทางจนไม่สามารถบอกได้ว่าถ้าค่าตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลง ค่าของตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะเป็นอย่างไร

(4) เมื่อ r เข้าใกล้ 1 หมายถึง ตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมากและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

(5) เมื่อ $r = 1$ หมายถึง ตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากหรือมีความสัมพันธ์กันสมบูรณ์ และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

สำหรับปัจจัยทั้ง 5 กลุ่มจะถูกนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

**4.2.1 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน** ได้แก่ ปัจจัยเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการฝึกอบรมและการจัดงาน

ก. ปัจจัยจำนวนครั้งของการฝึกอบรมมีผลต่อระดับทักษะการประกอบของพนักงาน โดย

กำหนดให้ X แทน จำนวนครั้งของการฝึกอบรม

Y แทน ระดับทักษะการประกอบของพนักงาน

โดยที่ $r_{XY}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการฝึกอบรมและระดับทักษะการประกอบของพนักงาน และ $-1 < r_{XY} < 1$ จากข้อมูลตารางที่ 4.4

นำมาแทนค่าในสูตร

$$r_{XY} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\left[\Sigma(x-\bar{x})^2\right]\left[(y-\bar{y})^2\right]}}$$

$$r_{XY} = 0.67$$

จากค่า $r_{XY} = 0.67$ ซึ่งมีซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายความว่า จำนวนครั้งที่ฝึกกับระดับทักษะการประกอบของพนักงามีความสัมพันธ์กัน

จากค่า $r_{XY}$ พบว่าระหว่างจำนวนครั้งการฝึกกับระดับทักษะมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมากและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือถ้าจำนวนครั้งการฝึกมีมากขึ้น ระดับทักษะของพนักงานก็จะดีขึ้น

ข. หาว่าปัจจัยการจัดงานมีความสัมพันธ์กับระดับทักษะการประกอบขอ งพนักงานโดย

กำหนดให้ X แทน เวลาการจัดงาน

Y แทน ระดับทักษะการประกอบของพนักงาน

โดยที่ $r_{XY}$ คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการจัดงานและระดับทักษะการประกอบของพนักงาน และ $-1 < r_{XY} < 1$ จากข้อมูลตารางที่ 4.4

นำมาแทนค่าในสูตร $$r_{XY} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\left[\Sigma(x-\bar{x})^2\right]\left[(y-\bar{y})^2\right]}}$$

$$r_{XY} = -0.75$$

จากค่า $r_{XY}$ = - 0.75 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ -1 หมายความว่า การจัดงานยิ่งจัดเวลามากเกินกว่ารอบเวลาการผลิต ระดับทักษะการประกอบของพนักงานจะลดลง เป็นความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งหมายความว่า ด้านพนักงานมีระดับทักษะการประกอบที่สูงขึ้น จะใช้เวลาการจัดงานน้อยลงเรื่อยๆ

**4.2.2 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วน** ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวกับจำนวนการติดตามการทดลองและในส่วนของการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม

ก. จำนวนครั้งของการติดตามการทดลอง จะมีความสัมพันธ์กับจำนวนปัญหา

กำหนดให้ X แทน จำนวนการติดตามการทดลองในรถยนต์ 4 คัน

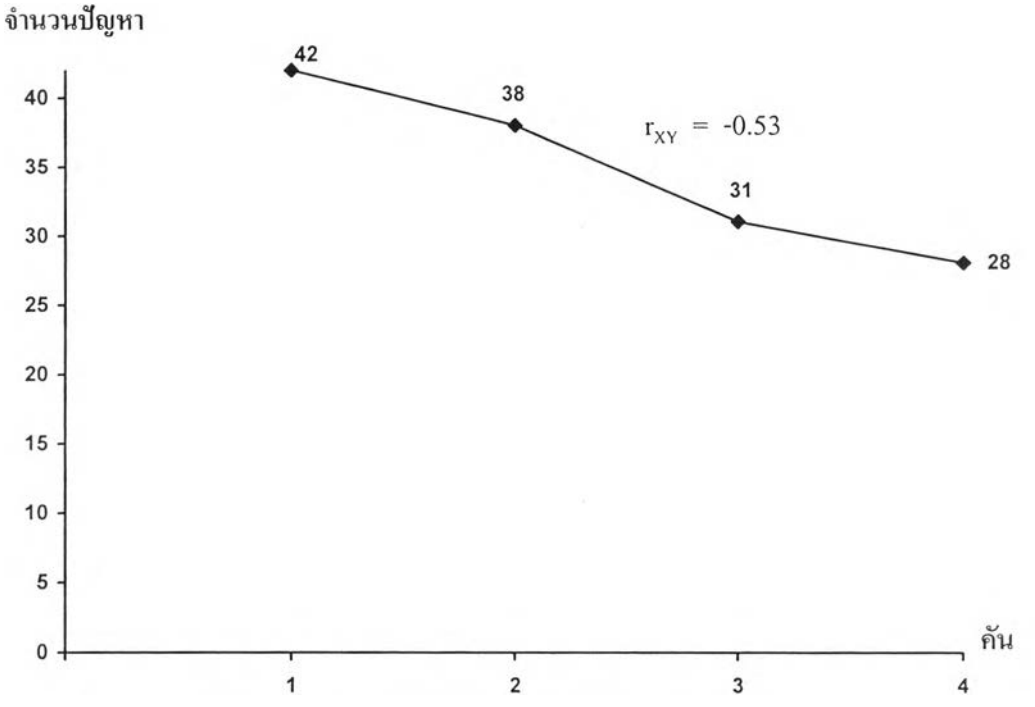
Y แทน จำนวนปัญหาที่พบ

โดย $r_{XY}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้ง ของการทดลองติดตามผลและจำนวนปัญหาที่พบจากข้อมูลตารางที่ 4.5

นำมาแทนค่าในสูตร $$r_{XY} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\left[\Sigma(x-\bar{x})^2\right]\left[(y-\bar{y})^2\right]}}$$

$$r_{XY} = -0.53$$

จากค่า $r_{XY}$ ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ -i หมายความว่าการติดตามผลยิ่งมากครั้งแนวโน้มของจำนวนปัญหาจะลดลงเป็นความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามดังรูปที่ 4.6




รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างการติดตามการทดลองในรถยนต์ 4 คัน กับจำนวนปัญหา

จากรูปที่ 4.6 พบว่า จำนวนครั้งของการทดลองติดตามมีความสัมพันธ์กับจำนวนปัญหา และเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน กล่าวคือ ถ้าจำนวนครั้งของการทดลองติดตามเพิ่มมากขึ้นจะทำให้จำนวนปัญหาลดลง

ข. จำนวนการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม จะมีความสัมพันธ์กับปัญหาที่พบ

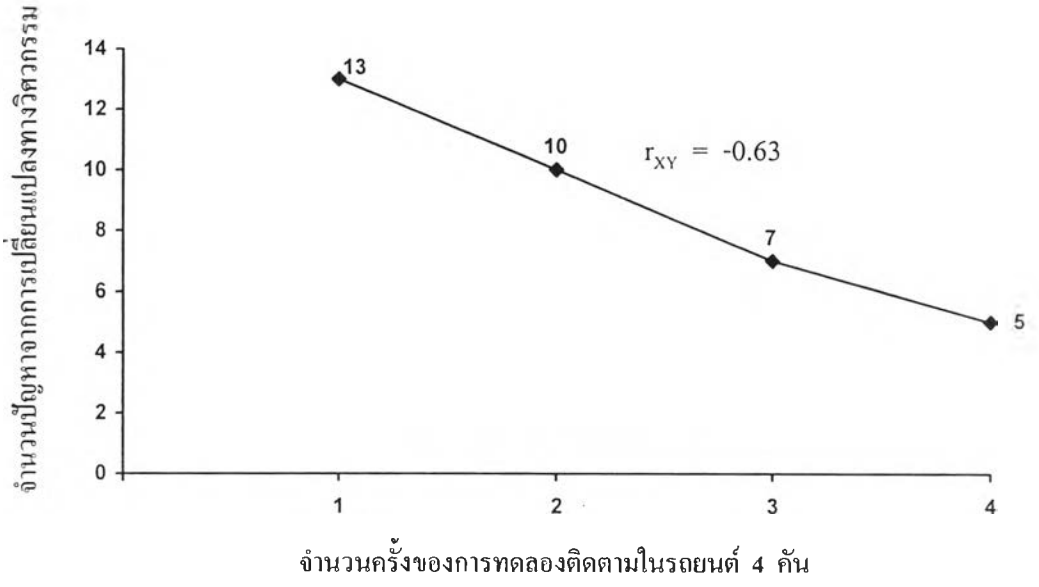
กำหนดให้ X แทน จำนวนครั้งของการทดลองติดตามในรถยนต์ 4 คัน
Y แทน จำนวนปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม

โดย $r_{XY}$ คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการทดลองติดตามและจำนวนปัญหาที่พบจากข้อมูลตารางที่ 4.6

มาแทนค่าในสูตร $$r_{XY} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\left[\Sigma(x-\bar{x})^2\right]\left[(y-\bar{y})^2\right]}}$$

$$r_{XY} = -0.63$$

จากค่า $r_{XY}$ ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ -1 หมายความว่าการติดตามผลมากครั้งแนวโน้มของจำนวนปัญหาจะลดลงเป็นความสัมพันธ์ในทางการตรงข้ามดังรูปที่ 4.7




รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการทดลองติดตามในรถยนต์ 4 คัน กับจำนวนการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมจำนวนมาก

จากรูปที่ 4.7 จะพบว่าจำนวนครั้งของการทดลองติดตาม กับการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมาก และเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือถ้าจำนวนครั้งของการทดลองติดตามมีจำนวนมากขึ้น จำนวนปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมจะน้อยลง

**4.2.3 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร** ได้แก่ จำนวนครั้งของการติดตามผลการทดลอง ซึ่งปัจจัยจำนวนครั้ง ของ การทดลองมีผลต่อจำนวนปัญหาโดย

กำหนดให้ X แทน จำนวนครั้งของการทดลอง

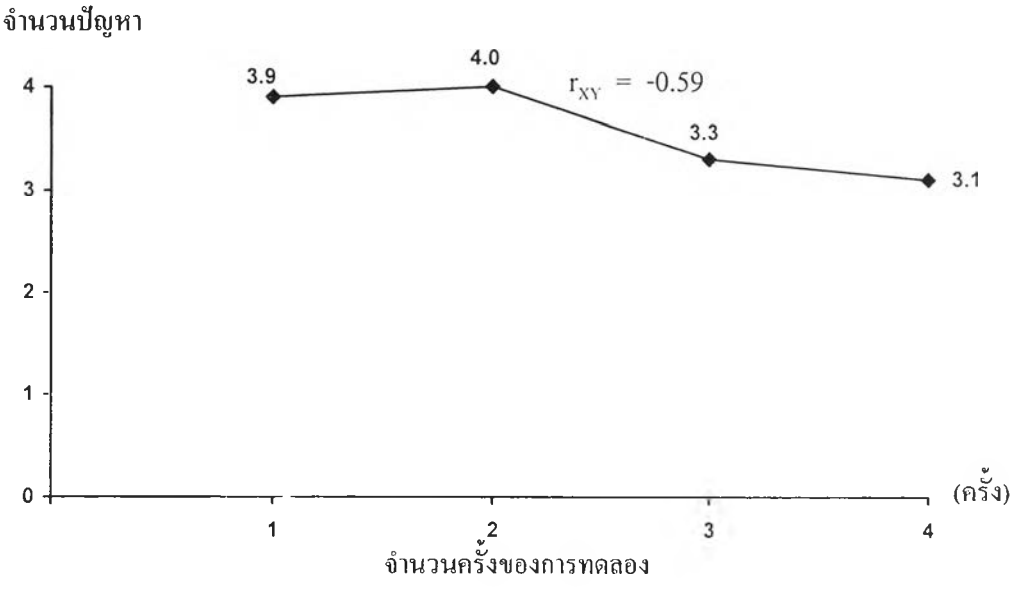
Y แทน จำนวนปัญหา

โดยที่ $r_{XY}$ คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการฝึกอบรมและจำนวนปัญหา และ $-1 < r_{XY} < 1$ จากข้อมูลรูปที่ 4.9

นำมาแทนค่าในสูตร $r_{XY} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\left[\Sigma(x-\bar{x})^2\right]\left[(y-\bar{y})^2\right]}}$

$$r_{XY} = -0.59$$

จากค่า $r_{XY}$ = -0.59 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ -1 หมายความว่า จำนวนครั้งของการทดลองประกอบยิ่งมากจำนวนปัญหาก็จะลดลงดังรูปที่ 4.8




รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการทดลองกับจำนวนปัญหา

รูปที่ 4.8 พบว่า การทดลองทั้ง 4 ครั้ง กระทำ ในรถยนต์ครั้งละ 1 คัน ซึ่งพบปัญหา นำมาวิเคราะห์ได้ว่า จำนวนครั้งของการทดลองกับจำนวนปัญหามีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน ซึ่งหมายความว่าจำนวนครั้งของการทดลองมากขึ้น จำนวนปัญหาจะลดลง

**4.2.4 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์** ได้แก่ การออกแบบกับการใช้พื้นที่ เนื่องจากเป็นการออกแบบครั้งแรกและยังขาดการปรับปรุงเป็นครั้งที่ 2 จึงยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ในตอนนี้ ซึ่งจะสามารถพิสูจน์ความสัมพันธ์จากการทดลองประกอบครั้งต่อไป

**4.2.5 กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบ** ได้แก่ การติดตามปัญหาจากการทดลอง

โดยกำหนดให้ X แทน จำนวนครั้งของการทดลอง

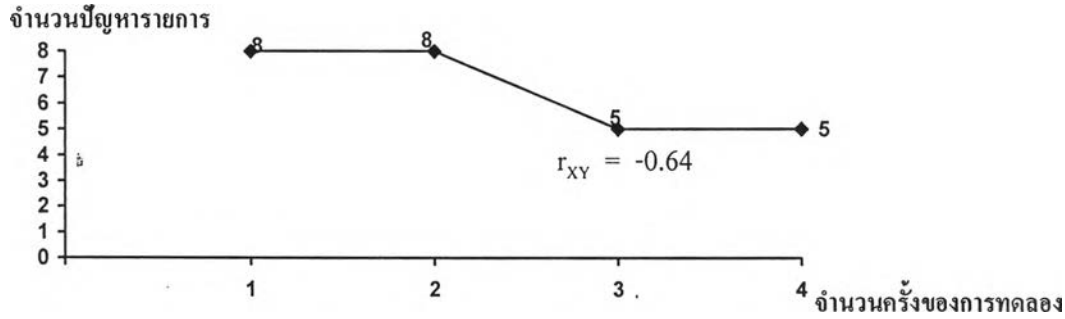
Y แทน ปัญหาในแต่ละการทดลอง

โดย $r_{XY}$ คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนครั้งของการทดลองและปัญหาจากข้อมูลรูปที่ 4.6

นำมาแทนค่าในสูตร $$r_{XY} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\left[\Sigma(x-\bar{x})^2\right]\left[(y-\bar{y})^2\right]}}$$

$$r_{XY} = -0.64$$

จากค่า $r_{XY} = -0.64$ ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ -1 หมายความว่า การทดลองยิ่งมากครั้ง จำนวนปัญหาก็ยิ่งจะลดลง ดังรูปที่ 4.9




รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการทดลองกับจำนวนปัญหา

รูปที่ 4.9 พบว่า จำนวนครั้งของการทดลองกับจำนวนปัญหามีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน ซึ่งหมายความว่าถ้าจำนวนครั้งของการทดลองมากขึ้น จำนวนปัญหาจะลดลง

จากการศึกษาปัจจัยทั้งหมดพบว่าปัจจัยหลายอย่างมีผลกระทบต่อสายการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการ เช่น ในส่วนของพนักงาน ประสบการณ์การในการทำงาน พื้นฐานความคิด ความสามารถเฉพาะตัว จำนวนครั้งของการฝึก ตลอดจนการจัดงานให้พนักงาน ล้วนแต่มีอิทธิพลต่อระดับทักษะการประกอบของพนักงานในส่วนของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน เครื่องจักรเครื่องมือ เป็นงานที่มีการเตรียมจากแผนกอื่น ซึ่งสิ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพได้แก่ การออกแบบ ข้อมูลการออกแบบ ความสามารถของผู้ออกแบบ ความสามารถในการทดสอบในการออกแบบ เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของสายการผลิตทั้งสิ้น แต่เมื่อเข้ามาสู่ขั้นตอนการเตรียมสายการ

ผลิตแล้วนั้น บางปัจจัยไม่สามารถแก้ปัญหาโดยการย้อนกลับไปทำการปรับปรุงข้อผิดพลาดตั้งแต่เริ่มต้นดังนั้นในขั้นตอนนี้ทีมทดลองรถรุ่นใหม่จึงรับผิดชอบในการตรวจเช็คปัญหาและป้อนกลับไปยังแผนกที่รับผิดชอบเพื่อให้ทำการแก้ไข เช่น กรณีปัญหาชิ้นส่วนภายในประเทศผลิตไม่ได้อาจต้องแก้ไขโดยการสั่งชิ้นส่วนจากต่างประเทศมาแทนชั่วคราว ดังนั้นในการเลือกปัจจัยที่จะนำมาทำการศึกษาจึงเลือกเฉพาะปัจจัยที่ทีมงานรถรุ่นใหม่เกี่ยวข้องและสามารถดำเนินการในขั้นตอนการเตรียมการเท่านั้นและจากการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 5 กลุ่ม พบว่าแต่ละกลุ่มจะมีปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของสายการผลิตซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพสายการผลิต

| กลุ่มเกี่ยวข้อง | ปัจจัย | $r_{xy}$ | ความสัมพันธ์ |
|---|---|---|---|
| - พนักงาน | - จำนวนครั้งการฝึกกับระดับทักษะการประกอบ | 0.67 | ทิศทางเดียวกัน |
| | - ระดับทักษะการประกอบของพนักงานกับเวลาการจัดงาน | -0.75 | ทิศทางตรงข้าม |
| - ชิ้นส่วน | - จำนวนการติดตามการทดลองใน รถยนต์ 4 คัน การทดลองกับจำนวนปัญหาที่พบ | - 0.53 | ทิศทางตรงข้าม |
| | - จำนวนครั้งของการทดลองติดตามกับจำนวนปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม | - 0.63 | ทิศทางตรงข้าม |
| อุปกรณ์ | - การออกแบบกับพื้นที่ | - | ทิศทางตรงข้าม |
| วัตถุดิบ | - จำนวนครั้งการทดลองกับจำนวนปัญหา | - 0.64 | ทิศทางตรงข้าม |
| เครื่องจักร/เครื่องมือ | - จำนวนครั้งของการทดลองกับจำนวนปัญหา | -0.59 | ทิศทางตรงข้าม |

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการ พบว่ามี 5 กลุ่มปัจจัยนำเข้าที่เกี่ยวข้องและแต่ละกลุ่มจะมีปัจจัยที่สามารถทดลองได้ในช่วงการทดลองนี้ มีทั้งหมด 7 ปัจจัย และได้ทดสอบความสัมพันธ์แล้ว 6 ปัจจัย และปัจจัยด้านอุปกรณ์ซึ่งเป็นเรื่องการออกแบบกับพื้นที่ซึ่งจะสามารถพิสูจน์ได้จากการทดลองประกอบครั้งต่อไป หลังจากได้พิสูจน์ปัจจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะนำปัจจัยนั้นๆ มากำหนดเป็นดัชนีมาตรฐานต่อไป

**4.3 การกำหนดดัชนี**

ดัชนี (Index) เป็นเครื่องชี้บ่ง ถึงสภาพการดำเนินการ ปัจจุบันมีการใช้งานการหลากหลายในรูปของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ (KPI Key Performance Index) ดัชนีเหล่านี้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการและการบริหารทางด้านต่าง ๆ ตัวอย่างการใช้ดัชนีวัดผลทางธุรกิจ เช่น อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน อัตราส่วนกำไรสุทธิต่อยอดขาย อัตราหมุนเวียนของเงินทุน และอัตราส่วนมูลค่าเพิ่มต่อยอดขาย

ส่วนในฝ่ายผลิตเองนั้นในขั้นตอนการผลิตปริมาณมาก (Mass Production) ก็มีการใช้ดัชนีเหล่านี้ได้แก่ อัตราการประกอบรถยนต์ดี อัตราปัญหาจากการประกอบและอัตราปัญหาน้ำรั่วทางด้านสายผลิตในขั้นตอนการเตรียมการนั้นมีการใช้ดัชนีประยุกต์ใช้แต่โดยมากจะเน้นดัชนีทางด้านคุณภาพ ได้แก่ อัตราการประกอบผิดพลาดในช่วงการทดลองประกอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 อัตราปัญหาน้ำรั่วจากการประกอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ซึ่งเราพบว่าดัชนีที่ใช้ในขั้นตอนการเตรียมการนั้นยังขาดอีกหลายตัวที่จะบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของการเตรียมสายการผลิต ได้แก่ ด้านพนักงาน ด้านเครื่องจักร ด้านอุปกรณ์ ด้านชิ้นส่วนและด้านวัตถุดิบ จึงสนใจที่จะทำการศึกษาและกำหนดดัชนีที่เหมาะสมมาใช้งานต่อไป

ในการกำหนดดัชนีนี้จะพยายามใช้วิธีการเชื่อมโยงปัจจัยนำเข้ากระบวนการกับผลลัพธ์ (Input - Process - Outcome - continum) แต่ดัชนีเหล่านี้อาจไม่ใช้วิธีประเมินกระบวนการเตรียมสายการผลิตที่แน่นอนในทุกกรณี เพราะมีเงื่อนไขหรือองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องแต่อย่างไรก็ดี ดัชนีที่จะกำหนดเหล่านี้จะชี้ถึงประสิทธิภาพของสายการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการได้ในระดับหนึ่ง ตามกรอบแนวคิดของ Hofer และคณะ (1997) เสนอแนวคิดการเลือกและทดสอบความถูกต้องของเครื่องชี้วัด ใช้โดยอาศัย 4 แนวทางในการเลือกดัชนี

(1) การเลือกดัชนีผู้วิจัยใช้วิธีการ 3 อย่าง คือ เลือกดัชนีจากการทบทวนวรรณกรรมจากนโยบายและจากการรวบรวมข้อมูลทั้งการปฏิบัติและทบทวน การเกิดปัญหาเนื่องจากสาเหตุหลัก

(2) ตั้งเกณฑ์หรือมาตรฐานขึ้นมาบนพื้นฐานของข้อมูลในข้อ 1

(3) ทบทวนทดสอบการบ่งชี้ของดัชนีว่าสามารถชี้ถึงปัญหาได้หรือไม่

(4) ติดตามผลการนำไปใช้จริงและทำการปรับปรุง

ดังนั้นจากกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอนได้มีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

การเลือกดัชนี โดยอาศัยข้อมูลทั้งทางด้านปฏิบัติและการทบทวนปัญหาและหาสาเหตุในบทที่ 3 เราสามารถแบ่งปัจจัยต่างๆ เป็นกลุ่ม ได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม ที่เกี่ยวข้อง คือ พนักงาน ชิ้นส่วน เครื่องมือ อุปกรณ์ วัตถุดิบ ซึ่งแต่ละกลุ่ม จะมีปัจจัยนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มนั้น ๆ เช่น กลุ่มของพนักงาน จะมีจำนวนครั้งของการฝึกงานที่จะส่งผลต่อระดับทักษะการประกอบงาน กล่าวคือ ถ้าจำนวนการฝึกงานมากพนักงานก็จะมีทักษะการประกอบมาก ถ้าจำนวนครั้งการฝึกงานน้อยพนักงานก็จะมีทักษะการประกอบน้อย ซึ่งประเด็นนี้จะส่งผลกระทบต่อชั่วโมงแรงงานที่จะต้องเพิ่มขึ้นเท่ากับเป็นความสูญเสียที่สายการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการจะได้รับ ดังนั้นจึงสามารถมองสายการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการอย่างเป็นระบบได้คือ มีส่วนนำเข้าระบบซึ่งได้แก่ ปัจจัยนำเข้าทั้ง 7 ตัว มีส่วนออกจากระบบภายหลังจากจัดการกับปัจจัยนำเข้าและยังมีผลกระทบต่อช่วงการผลิตปริมาณมาก รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า ส่วนที่ได้จากระบบการทดลองและผลกระทบ

| กลุ่มที่เกี่ยวข้อง | ปัจจัย | ส่วนที่ได้จากระบบการเตรียมการผลิต | ผลกระทบช่วงการผลิตปริมาณมาก |
|---|---|---|---|
| พนักงาน | - จำนวนการฝึกงาน<br>- การจัดงาน | - ระดับทักษะการประกอบ | - ชั่วโมงแรงงาน<br>- การหยุดสายการประกอบ |
| ชิ้นส่วน | - จำนวนการทดลอง<br>- จำนวนครั้งการติดตามการเปลี่ยนแปลง | - ปัญหาชิ้นส่วน<br>- ปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม | - ความสูญเสีย<br>- ความผิดพลาดทางการประกอบ |
| เครื่องมือ | - จำนวนครั้งของการทดลอง | - จำนวนปัญหาเครื่องมือ | - ความสูญเสียของเครื่องมือที่ไม่ได้ใช้งาน |
| อุปกรณ์ | - ความสมบูรณ์การออกแบบ | - พื้นที่ที่ใช้ในการวางอุปกรณ์<br>- การใช้งานได้จริงของอุปกรณ์ | - จำนวนการใช้งานได้จริง |
| วัตถุดิบ | - จำนวนครั้งของการทดลอง | - จำนวนปัญหาของการใช้วัตถุดิบ | - ความสูญเสียด้านวัตถุดิบ |

จากความสัมพันธ์ในตาราง 4.10 สามารถเลือกดัชนีเพื่อมาชี้วัดประสิทธิภาพของสายการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการ จากส่วนที่ได้จากระบบการเตรียมการผลิตโดยอาศัยเกณฑ์การกำหนด ดัชนีภายใต้กฎเกณฑ์ใน 5 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

(1) เป็นลักษณะของตัววัดผลการปฏิบัติ (Characteristic Of Performance Measures) ซึ่งเป็นการประเมินภาพรวมโดยไม่ได้เน้นการประเมินผลการปฏิบัติของผู้ใดผู้หนึ่งโดยเฉพาะและลักษณะดัชนีเหล่านี้สามารถที่จะเพิ่มเติม ดัดแปลงหรือยกเลิกได้

(2) ลักษณะการดำเนินการของระบบประเมิน คือเป็นดัชนีที่อาศัยระบบข้อมูลซึ่งการประเมินความเชื่อถือของดัชนีขึ้นอยู่กับข้อมูลการปฏิบัติจริง

(3) คุณภาพของข้อมูลและความแม่นยำของการวัด (Data Quality And Measure Acuracy) ความเชื่อถือของการใช้ดัชนีจะมีมากขึ้นถ้าดัชนีนั้นถูกนำมาทดลองและทดลองใช้ในหลาย ๆ สถานการณ์

(4) การปรับ (Adjustment Stratification) เป็นกระบวนการปรับปรุงดัชนีโดยพยายามตัดปัจจัยที่มีความแตกต่างกันออกไปเพื่อให้ดัชนีมีความถูกต้องมากขึ้น

(5) การป้อนกลับ (Performance Measure Pelatal Feedback) การนำดัชนีไปใช้สามารถเป็นตัวชี้บ่งเพื่อการป้อนกลับไปปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้นจากกฎเกณฑ์ข้างต้นและดัชนีที่กำหนดขึ้นมานั้นทำให้เกิดคำถามหลายอย่างเกี่ยวกับดัชนีเหล่านี้ได้แก่ ตัวเลขดัชนีที่เหมาะสมควรเป็นเท่าใด ควรปรับปรุงดัชนีอย่างไร สามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ ดังนั้นเพื่อใช้ดัชนีเหล่านี้สามารถใช้งานได้จริงจึงต้องฝึกกระบวนการทดลองใช้ดัชนีต่อไป

ในงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีเครื่องมือใช้สำหรับวัดผลการดำเนินงาน ซึ่งการวัดดังกล่าวจะมองแค่เพียงผลผลิตที่เป็น Output อย่างเดียวไม่ได้ คงจะต้องรับรู้ว่าผลผลิตเหล่านั้นเกิดขึ้นโดยการใช้ทรัพยากร (Input) ไปเท่าไร ดังนั้นหน่วยวัดผลการดำเนินงานที่ดีจึงน่าจะใช้วัดด้วย ค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ ซึ่งมุ่งเน้นเรื่องการให้ผลงานโดยมีความสูญเสียของทรัพยากรที่ใช้ต่ำ ดังนั้นจากข้อมูลที่ได้มาทั้งหมด สามารถกำหนดเป็นดัชนีชี้วัด สูตรที่ใช้คำนวณและเหตุผลของการเลือกใช้ดัชนีได้ดังรายละเอียดตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ดัชนีชี้วัด สูตรคำนวณและเหตุผลของการเลือกใช้ดัชนีชี้วัดนี้(ก่อนการปรับปรุง)

| ดัชนี | สูตร | เหตุผล |
|---|---|---|
| - อัตราพนักงานที่ผ่านการฝึกประกอบระดับเป้าหมาย | $\frac{\text{จำนวนพนักงานที่ผ่านการฝึกประกอบระดับเป้าหมายช่วงการเตรียมรถยนต์รุ่นใหม่}}{\text{จำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกประกอบทั้งหมดในช่วงการเตรียมรถยนต์รุ่นใหม่}} \times 100$ | ระดับทักษะการประกอบของพนักงานสามารถสะท้อนความพร้อมของสายการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการ และในการเปลี่ยนแปลงรถยนต์รถรุ่นใหม่แต่ละครั้งจำนวนพนักงานมากย่อมเป็นภาระในการเตรียมงานที่มากด้วย |

ตารางที่4.11ดัชนีชี้วัด สูตรคำนวณและเหตุผลของการเลือกใช้ดัชนีชี้วัดนี้ (ก่อนการปรับปรุง)(ต่อ)

| ดัชนี | สูตร | เหตุผล |
|---|---|---|
| - อัตราการเกิดปัญหาชิ้นส่วนจากรถยนต์ที่ทดลอง | $\frac{\text{จำนวนปัญหาชิ้นส่วนจากการทดลอง}}{\text{จำนวนรถยนต์ที่ทดลองทั้งหมด}} \times 100$ | ปัญหาของชิ้นส่วนเป็นตัวสะท้อนถึงการประสิทธิภาพการเตรียมงาน และในแต่ละครั้งของการเปลี่ยนแปลงรถยนต์รุ่นใหม่ชิ้นส่วนมีการเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากันในรุ่นที่ ชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนมากอาจจะมีแนวโน้มของปัญหามากตาม |
| - อัตราการเกิดปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม | $\frac{\text{จำนวนปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม}}{\text{จำนวนชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด}} \times 100$ | การรับส่งข้อมูลทางวิศวกรรมมีโอกาสเกิดปัญหาการรับการส่ง การดำเนินการได้มากตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม ยิ่งในการเตรียมรถรุ่นไหนมีการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรมาก ย่อมมีโอกาสเกิดปัญหาได้สูง |
| - อัตราความบกพร่องของเครื่องจักร | $\frac{\text{จำนวนข้อบกพร่องของเครื่องจักรทั้งหมด}}{\text{จำนวนเครื่องจักรทั้งหมด}} \times 100$ | ในการเตรียมสายการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่จะมีการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรมาก โอกาสที่จะเกิดปัญหาก็มากตามไปด้วย |
| - การใช้พื้นที่สำหรับวางชิ้นส่วน | $\frac{\text{พื้นที่ที่ใช้สำหรับชั้นวางทั้งหมด}}{\text{จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด}} \times 100$ | การออกแบบชั้นวางที่ดีจะใช้พื้นที่น้อยที่สุดสำหรับชิ้นส่วนสามารถวางได้ปัญหาด้านการออกแบบไม่สมบูรณ์ มีแนวโน้มที่จะมากขึ้นตามปริมาณงานของการออกแบบ เพราะที่มีจำนวนชิ้นส่วนเปลี่ยนมาก ชั้นวางก็ต้องมีการปรับปรุงจำนวนมาก |
| - อัตราการใช้งานได้จริงของอุปกรณ์ | $\frac{\text{จำนวนอุปกรณ์ที่ใช้งานจริง}}{\text{จำนวนอุปกรณ์ทั้งหมด}} \times 100$ | จำนวนอุปกรณ์ที่ออกแบบมาแล้วสามารถใช้งานได้จริงเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของการเตรียมอุปกรณ์ |
| - อัตราการเกิดปัญหาในการเตรียมวัตถุดิบ | $\frac{\text{ปัญหาการเตรียมวัตถุดิบ}}{\text{รายการวัตถุดิบทั้งหมด}} \times 100$ | ปัญหาทางด้านวัตถุดิบนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับรายการวัตถุดิบที่เปลี่ยน ถ้าวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงรายการมากย่อมมีแนวโน้มการเกิดปัญหาสูง |

การกำหนดดัชนี ในครั้งนี้ ได้ศึกษาใน กลุ่ม การเตรียมสายการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ 5 ด้าน คือ ด้านพนักงาน ด้านชิ้นส่วน ด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และด้านวัตถุดิบซึ่งได้เลือกตามเหตุผลที่กล่าวมาและแยกแยะได้ว่า ดัชนีนี้วัดถึงความสามารถในการปฏิบัติงาน ความสามารถในการเตรียมชิ้นส่วน ความสามารถในการออกแบบต่าง ๆ และประสิทธิภาพของการเตรียมอุปกรณ์ ซึ่งทุกดัชนีสามารถบ่งชี้ปัญหาที่จะนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตในขั้นตอนการเตรียมการต่อไป แต่ในการศึกษาครั้งนี้มีปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อปัญหาต่างๆ ถึงได้มีค่าเดียวตลอดการทดลองจำนวน 10 คัน เช่น รายการชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงมีทั้งหมด 243 รายการตลอดการทดลอง ดังนั้น ในการทดสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปัญหากับรายการการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วน จึงไม่สามารถกระทำได้เพราะมีค่าคงที่และถือเป็นเพียง 1 ข้อมูล จึงต้องอาศัยการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องในการทดลองรุ่นต่อไป โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาปัจจัยตัวอื่นที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงการทดลอง 10 คันนี้ ต่อไป