

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

จากวิธีการดำเนินการวิจัยในบทที่ 3 สามารถดำเนินการวิจัยจนแล้วเสร็จ จากจำนวนผู้ถูกทดสอบ 3 แผนกงานๆ ละ 4 คน รวมมีผู้ถูกทดสอบทั้งสิ้น 12 คน โดยพนักงานที่ถูกเลือกเป็นผู้ถูกทดสอบ ได้ผ่านการวัดความปกติทางสายตาด้วยเครื่องวัดความปกติของสายตา (Ortho-Rater) ปรากฏว่าผู้ถูกทดสอบทุกคนมีสายตาที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังนั้นจึงสามารถทำการทดสอบเครื่องมือวัดความล้าทางสายตาและเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองกับผู้ถูกทดสอบกลุ่มนี้ได้ สำหรับการทดลองผู้ถูกทดสอบแต่ละคนจะต้องทำการทดสอบทั้ง 2 กะการทำงาน จึงทำให้ได้ปัจจัยที่มีผลต่อระดับความล้าของพนักงานในการทดลองครั้งนี้ทั้งสิ้น 7 ปัจจัย โดยมีปัจจัยที่เป็นตัวแปรแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete variables) 2 ตัวแปรคือ

1. กะการทำงาน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับย่อยคือ

1.1 กะเช้า

1.2 กะดึก

2. แผนกงาน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับย่อยคือ

2.1 แผนกพ่นน้ำยาเคลือบ

2.2 แผนกเตา

2.3 แผนกตรวจสอบคุณภาพ

และมีปัจจัยที่เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง (Continuous variables) อีก 5 ตัวแปร

คือ

1. จำนวนผลผลิต

2. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมในการทำงาน

3. อายุ

4. น้ำหนักตัว

5. ปริมาณการนอนหลับก่อนมาทำงาน

ซึ่งสามารถแจกแจงลักษณะสมบัติ (Characteristics) ของตัวแปรแบบต่อเนื่อง

ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติ (Characteristics) ของตัวแปรแบบต่อเนื่อง

ปัจจัย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ความเบี่ยงเบน มาตรฐาน
จำนวนผลผลิต (กิโลกรัมเมตร)	2560.9	36115.9	12405.8	6942.3
อุณหภูมิสภาพแวดล้อมในการทำงาน (°C)	25.6	39.7	31.9	3.9
อายุ (ปี)	23.0	30.0	27.1	2.7
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	49.5	71.0	60.9	6.5
ปริมาณการนอนหลับก่อนมาทำงาน (ชั่วโมง)	2.0	11.0	6.3	2.1

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล จะแบ่งการวิเคราะห์ผลการทดลองเป็นลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์ผลจากการฝึกหัด (Training) การใช้เครื่องมือของผู้ถูกทดสอบ เนื่องจากมีเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความล้าของผู้ถูกทดสอบอยู่ 2 ชนิด ที่ผู้ถูกทดสอบควรจะได้รับ การฝึกหัดใช้เครื่องมือเสียก่อน เพื่อให้สามารถใช้อย่างถูกต้องในการทดลอง คือ เครื่องมือวัดความล้าทางสายตา และเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง

2. พิจารณาข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดความล้าทางสายตา เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองและเครื่องมือวัดกำลังสกดของกล้ามเนื้อ ว่าสามารถเชื่อถือได้และจะนำไป วิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นต่อไปได้หรือไม่ โดยพิจารณาตามสมมติฐานของแต่ละเครื่องมือ

3. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความล้าในเชิงจิตวิสัยและจิตวิสัย เพื่อความ เชื่อถือได้ของแบบสอบถามเชิงจิตวิสัยของผู้ถูกทดสอบ

4. เปรียบเทียบความล้าสะสมโดยพิจารณาถึงปัจจัยการทำงานและงานที่แตกต่าง กัน เนื่องจากสองปัจจัยนี้ เป็นตัวแปรแบบไม่ต่อเนื่องและเป็นปัจจัยหลักในการทดลองครั้งนี้ อีกทั้งสองตัวแปรนี้สามารถแบ่งกลุ่มได้อย่างชัดเจนอีกด้วย สำหรับปัจจัยอื่นๆ ที่เป็นแบบต่อเนื่องคือ จำนวนผลผลิต อุณหภูมิสภาพแวดล้อมในการทำงาน อายุ น้ำหนักตัว และปริมาณการนอนหลับ ก่อนมาทำงาน จะนำไปพิจารณาในการวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีพีซีซีต่อไป

5. ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ตัวประกอบ เพื่อคัดเลือกตัวแทนที่เหมาะสมของอุณหภูมิ สภาพแวดล้อมในการทำงาน

6. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของพีชชีเซต เพื่อให้ทราบว่าปัจจัยต่างๆ ในการทดลองนี้คือ การทำงาน แผนงาน จำนวนผลผลิต อดหมุมีสภาพแวดล้อมในการทำงาน อายุ น้ำหนักตัว และปริมาณการนอนหลับก่อนมาทำงาน มีผลกระทบต่อระดับความล้าของคนงานแตกต่างกันด้วย อัตราส่วนเท่าใดบ้าง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

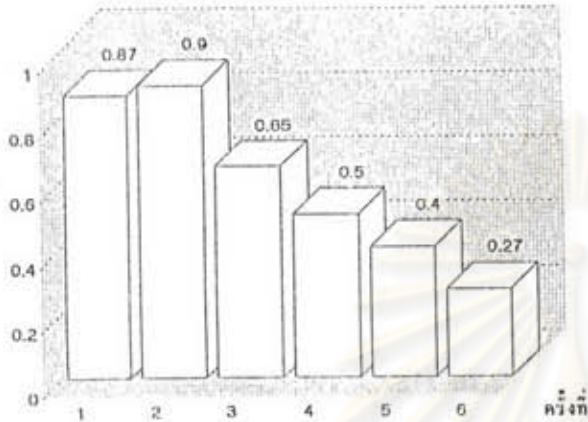
#### 1. วิเคราะห์ผลจากการฝึกหัดใช้เครื่องมือของผู้ถูกทดสอบ

ดังได้กล่าวมาแล้วว่ามีเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความล้าของผู้ถูกทดสอบอยู่ 2 ชนิด ที่ผู้ถูกทดสอบควรจะได้รับ การฝึกหัดใช้เครื่องมือเสียก่อน เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องในการทดลองคือ เครื่องมือวัดความล้าทางสายตาและเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง จากการทดสอบให้ผู้ถูกทดสอบทุกคนได้ฝึกหัดใช้เครื่องมือทั้งสองชนิดที่กล่าวมา คนละ 2 วันๆ ละ 3 ครั้ง ดังนั้นผู้ถูกทดสอบจะได้ทดลองใช้เครื่องมือก่อนการทดสอบจริง รวมคนละ 6 ครั้ง และในแต่ละครั้งผู้ถูกทดสอบจะได้ทดลองใช้เครื่องมือวัดความล้าทางสายตา ทั้งแบบปรับความถี่เพิ่มและปรับความถี่ลดอย่างละ 4 ครั้ง สำหรับเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง ผู้ถูกทดสอบจะได้ทดลองใช้เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองทั้งแบบเสียงและแบบแสง อย่างละ 10 ครั้ง

โดยการเปรียบเทียบความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในการทดสอบแต่ละครั้ง ผลการทดสอบของเครื่องมือวัดความล้าทางสายตาแสดงในรูปที่ 4.1 สำหรับผลการทดสอบของเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองแสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของการทดสอบแต่ละครั้งมีแนวโน้มที่ลดน้อยลง จนกระทั่งมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของการทดสอบน้อยมากในครั้งหลังๆ ของการฝึกหัดใช้เครื่องมือ ทำให้เชื่อได้ว่าข้อมูลที่จะทำการทดสอบในการทดลองจะมีความเชื่อถือได้มากและทำให้ผลการวิจัยมีความแม่นยำสูง

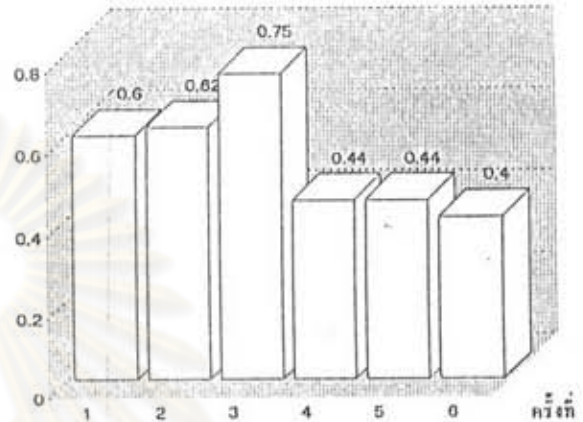


ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย (Hz)



แบบปรับความถี่เพิ่ม

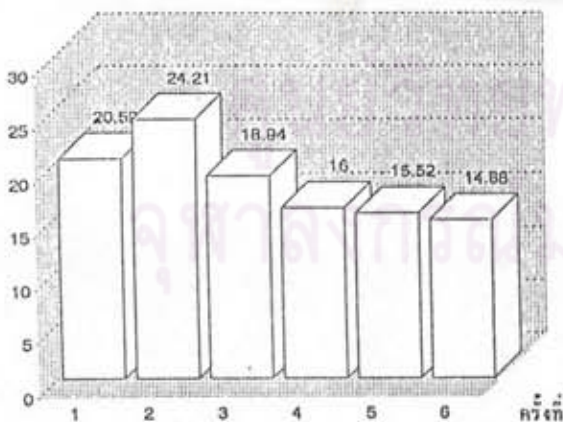
ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย (Hz)



แบบปรับความถี่ลด

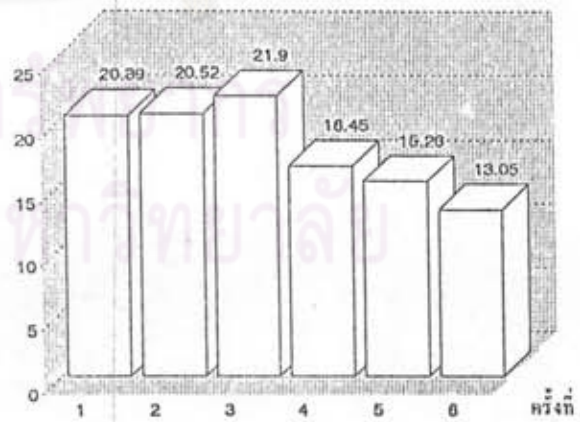
รูปที่ 4.1 แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในแต่ละครั้งของการฝึกหัดใช้เครื่องมือวัดความล่าช้าทางสายตาแบบปรับความถี่เพิ่มและแบบปรับความถี่ลด

ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย (1/1000 วินาที)



แบบแสง

ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย (1/1000 วินาที)



แบบเสียง

รูปที่ 4.2 แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในแต่ละครั้งของการฝึกหัดใช้เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองแบบแสงและแบบเสียง

## 2. พิจารณาข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดความล้าทางสายตา เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองและเครื่องมือวัดกำลังสติของกล้ามเนื้อ

เนื่องจากผลที่ได้จากเครื่องมือทั้ง 3 ชนิดนี้ จะต้องทดสอบว่าข้อมูลที่ได้เป็นไปตามสมมติฐานในการเกิดความล้าของแต่ละเครื่องมือหรือไม่ เพราะข้อมูลที่ได้นั้นต้องเป็นไปตามสมมติฐานในการเกิดความล้า จึงจะสามารถนำไปวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นต่อไปได้ โดยการนำข้อมูลในเวลาก่อนการทำงานและหลังการทำงานมาทดสอบความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนี้

### 2.1 เครื่องมือวัดความล้าทางสายตา

การวัดความล้าจากเครื่องมือวัดความล้าทางสายตา มีสมมติฐานว่าความถี่เปลี่ยนแปลง (Flicker Fusion Frequency) ที่ผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้หลังจากการทำงานจะมีค่าลดลง หากผู้ถูกทดสอบเกิดความล้าจากการทำงาน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดความล้าทางสายตา ว่า เป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ โดยผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.3 ปรากฏว่าค่าความล้าทางสายตา ก่อนการทำงานและหลังการทำงาน ของผู้ถูกทดสอบทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และค่าเฉลี่ยของความล้าทางสายตา ก่อนการทำงาน มากกว่าค่าเฉลี่ยของความล้าทางสายตา หลังการทำงาน ทั้งการวัดแบบปรับความถี่เพิ่มและปรับความถี่ลด

สรุปได้ว่า การวัดความล้าจากเครื่องมือวัดความล้าทางสายตา สามารถแสดงระดับความล้าที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้ถูกทดสอบในช่วงเวลา ก่อนการทำงานและหลังการทำงาน ได้ตามสมมติฐาน จึงสามารถนำผลการทดสอบจากเครื่องมือวัดความล้าทางสายตา ไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไปได้

### 2.2 เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง

การวัดความล้าจากการทำงานด้วยระยะเวลาตอบสนอง มีสมมติฐานว่า หากผู้ถูกทดสอบเกิดความล้าจากการทำงาน จะทำให้ผู้ถูกทดสอบมีการตอบสนองทางจิตประสาทช้าลง เนื่องจากการประมวลผลและสิ่งการตอบโต้ของสมองทำงานช้าลง จึงทำให้ค่าระยะเวลาตอบสนองในช่วงหลังจากการทำงานเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาก่อนเข้าทำงาน

ดังนั้น จึงทำการทดสอบข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง ว่า เป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ โดยผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.3 ปรากฏว่าระยะเวลาตอบสนองก่อนการทำงานและหลังการทำงาน ของผู้ถูกทดสอบทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตอบสนองหลังจากการทำงานเพิ่มขึ้น ทั้งการวัดระยะเวลาตอบสนองแบบแสงและแบบเสียง

สรุปได้ว่า การวัดความล้าจากการทำงานด้วยเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง สามารถแสดงระดับความล้าที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้ถูกทดสอบ ในช่วงเวลาก่อนและหลังการทำงานได้ตามสมมติฐาน จึงนำผลการทดสอบจากเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

### 2.3 เครื่องมือวัดกำลังสติของกล้ามเนื้อ

การวัดความล้าด้วยเครื่องมือวัดกำลังสติของกล้ามเนื้อ มีสมมติฐานว่าหากผู้ถูกทดสอบทำงานที่อยู่ในสภาพมีความล้ายิ่งขึ้นเท่าใด ก็จะทำให้กำลังสติของกล้ามเนื้อหลังจากการทำงานลดลงมากเท่านั้น

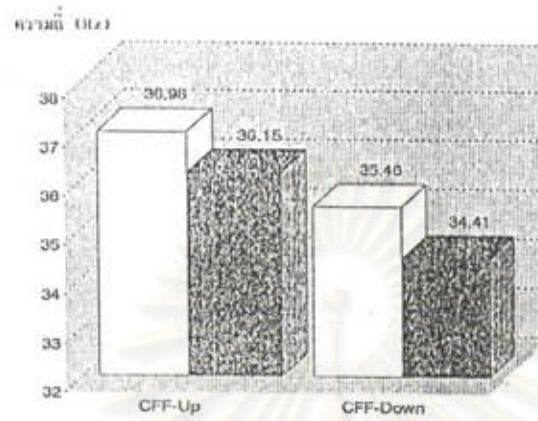
ดังนั้น จึงทำการทดสอบข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดกำลังสติของกล้ามเนื้อ ว่า เป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ โดยผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.3 ปรากฏว่ากำลังสติของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการทำงาน ของผู้ถูกทดสอบทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าเฉลี่ยของกำลังสติของกล้ามเนื้อหลังจากการทำงาน กลับมีแนวโน้มที่สูงขึ้นกว่าตอนก่อนเข้าทำงาน ทั้งค่ากำลังสติของกล้ามเนื้อซ้ายและค่ากำลังสติของกล้ามเนื้อขวา ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่า ในช่วงก่อนทำงานผู้ถูกทดสอบยังไม่มีอาการออกแรงหรือบริหารกล้ามเนื้อ ทำให้ข้อมูลที่ได้ในช่วงก่อนเข้าทำงานน้อยกว่าในช่วงหลังจากการทำงานซึ่งกล้ามเนื้อมีการออกแรงแล้ว จึงทำให้มีความกระดึบกระเเงงและมีกำลังที่กล้ามเนื้อมากขึ้น

สรุปได้ว่า การวัดความล้าจากการทำงานด้วยเครื่องมือวัดกำลังสติของกล้ามเนื้อ ไม่สามารถแสดงระดับความล้าที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้ถูกทดสอบ ในช่วงเวลาก่อนและหลังการทำงานได้ตามสมมติฐาน ดังนั้นจึงไม่สามารถนำผลการทดสอบจากเครื่องมือวัดกำลังสติของกล้ามเนื้อไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป เพราะจะทำให้ผลสรุปที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไป

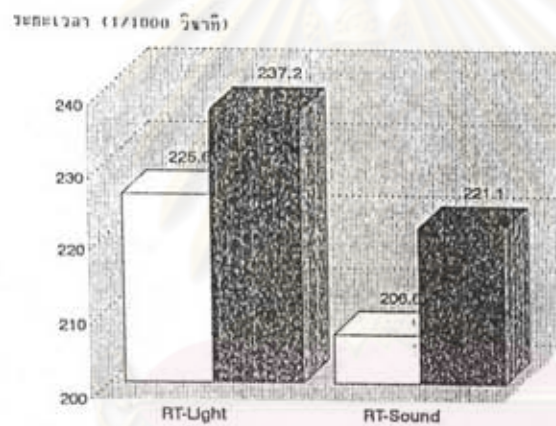
ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



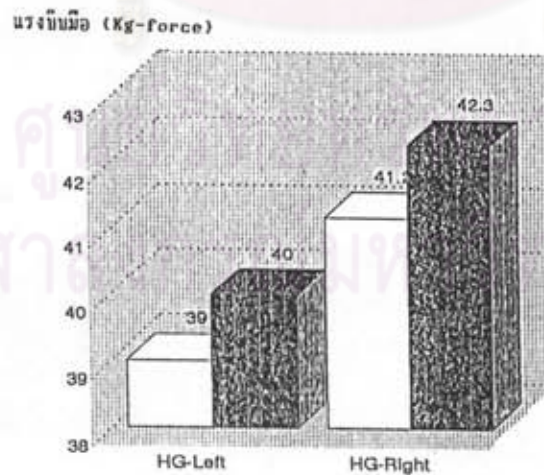
□ ก่อนทำงาน      ■ หลังทำงาน



เครื่องมือวัดความถี่  
ทางสายตา



เครื่องมือ  
วัดระยะเวลาตอบสนอง



เครื่องมือวัดกำลังสถิติ  
ของกล้ามเนื้อ

รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากเครื่องมือวัดระดับ  
ความล้าในช่วงก่อนและหลังการทำงาน

### 3. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความล่าช้าในเชิงวัตถุวิสัยและจิตวิสัย

ในหัวข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบระดับความล่าช้า ในเชิงวัตถุวิสัยและเชิงจิตวิสัยของผู้ถูกทดสอบ ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เพื่อความเชื่อถือได้ของแบบสอบถามเชิงจิตวิสัยที่ผู้ถูกทดสอบตอบมา ถ้าผลการทดสอบปรากฏว่าความล่าช้าในเชิงวัตถุวิสัยและจิตวิสัยมีความสัมพันธ์กัน จึงจะสามารถนำผลจากแบบสอบถามไปวิเคราะห์และประเมินระดับความล่าช้าสะสมในแต่ละวัน

โดยการทดสอบจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อความสัมพันธ์กันในเชิงสถิติ โดยการเปรียบเทียบระดับความล่าช้าเชิงจิตวิสัยที่ผู้ถูกทดสอบประเมินไว้กับระดับความล่าช้าเชิงวัตถุวิสัยที่ได้จากเครื่องมือต่างๆ ดังนี้

- เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
- เครื่องมือวัดความล่าช้าทางสายตา
- เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง

ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าระดับความล่าช้าเชิงจิตวิสัยมีความสัมพันธ์กับระดับความล่าช้าเชิงวัตถุวิสัยน้อยมากในทุกๆ การทดสอบ อาจจะเป็นเนื่องจากผู้ถูกทดสอบประเมินความล่าช้าของตนไม่ตรงกับความเป็นจริง ซึ่งเหตุผลที่ผู้วิจัยพอจะสรุปได้คือ

1. เป็นการยากสำหรับผู้ถูกทดสอบ ในการประเมินระดับความล่าช้าให้เป็นตัวเลข จึงทำให้การประเมินระดับความล่าช้าในแต่ละครั้งมีการผิดพลาด

2. ผู้ถูกทดสอบบางคน จะประเมินระดับความล่าช้าสูงกว่าที่เป็นจริง เพราะต้องการให้มีการปรับปรุงระยะเวลาการพักในงานของตนให้มากขึ้น

ดังนั้นจึงไม่นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามระดับความล่าช้าในการทำงาน และความรู้สึกเจ็บปวดส่วนต่างๆ ของร่างกายไปทำการวิเคราะห์และประเมินระดับความล่าช้าสะสมในแต่ละวันของผู้ถูกทดสอบ เพราะจะทำให้ผลสรุปมีความคลาดเคลื่อนไป



ตารางที่ 4.2 แสดงค่า  $R^2$  ของแบบสอบถามความล้าเชิงจิตวิสัยกับค่าความล้าเชิงวัตถุวิสัย  
ที่ได้จากเครื่องมือต่างๆ

เครื่องมือวัดความล้าเชิงวัตถุวิสัย	ค่า $R^2$
เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	0.034
เครื่องมือวัดความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่เพิ่ม	0.073
เครื่องมือวัดความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่ลด	0.264
เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองแบบแสง	0.078
เครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนองแบบเสียง	0.126

#### 4. เปรียบเทียบความล้าสะสมโดยพิจารณาถึงปัจจัยการทำงาน และลักษณะงานที่ แตกต่างกัน

เพื่อให้ทราบว่าในแต่ละกะการทำงานที่ต่างกัน กะงานใดมีแนวโน้มที่จะมีความล้า  
สูงกว่ากัน และในงานต่างๆ ก็นงานใดมีแนวโน้มที่จะมีความล้าสูงกว่ากัน โดยจะพิจารณาจาก  
อัตราการเต้นของหัวใจ ความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่เพิ่ม ความล้าทางสายตาแบบปรับ  
ความถี่ลด ระยะเวลาตอบสนองแบบแสง และระยะเวลาตอบสนองแบบเสียง ตามลำดับ

##### 4.1 การวิเคราะห์ผลจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

เป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนที่  
ผู้ถูกทดสอบจะเข้าทำงานกับอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะที่ผู้ถูกทดสอบกำลังทำงาน โดยใช้  
เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ วัดไว้บริเวณหน้าอกของพนักงานที่จะทดสอบในขณะทำงาน  
ผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยการทำงานเป็นกะแสดงในรูปที่ 4.4 และผลการทดลองโดยใช้ปัจจัย  
แผนงานที่ต่างกันแสดงในรูปที่ 4.5 จากการเปรียบเทียบพบว่าการทำงานในกะเช้ามีแนวโน้ม  
ทำให้เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าการทำงานในกะดึก และการ  
ทำงานในแผนกหน้าน้ำยาเคลือบมีแนวโน้ม ทำให้เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของ  
หัวใจสูงกว่าแผนกเตาและแผนกตรวจสอบคุณภาพ ตามลำดับ

##### 4.2 การวิเคราะห์ผลจากการวัดความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่เพิ่ม

เป็นการเปรียบเทียบค่าความถี่ที่ผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้ ในช่วงก่อนการทำงานและ  
หลังการทำงาน ถ้าผู้ถูกทดสอบเกิดความล้าจากการทำงานค่าความถี่ ที่ผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้

หลังการทำงานจะมีค่าลดน้อยลง ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบการลดลงของควมถี่เฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้ ในช่วงก่อนการทำงานและหลังการทำงาน ในแต่ละกะการทำงานและแผนกงานต่างๆ กัน สำหรับผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยการทำงานเป็นกะแสดงในรูปที่ 4.4 และผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยแผนกงานที่ต่างกันแสดงในรูปที่ 4.5 จากการเปรียบเทียบพบว่าการทำงานในกะเข้ามีแนวโน้ม ทำให้การลดลงของควมถี่เฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้ หลังการทำงานสูงกว่าการทำงานในกะตึก และการทำงานในแผนกตรวจสอบคุณภาพมีแนวโน้มทำให้การลดลงของควมถี่เฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้หลังการทำงาน สูงกว่าแผนกพ่นน้ำยาเคลือบและแผนกเตา ตามลำดับ

#### 4.3 การวิเคราะห์ผลจากการวัดความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่ลด

วิธีการเปรียบเทียบจะทำในลักษณะเดียวกันกับหัวข้อ 4.2 สำหรับผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยการทำงานเป็นกะแสดงในรูปที่ 4.4 และผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยแผนกงานที่ต่างกันแสดงในรูปที่ 4.5 จากการเปรียบเทียบพบว่าการทำงานในกะเข้ามีแนวโน้มทำให้การลดลงของควมถี่เฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้หลังการทำงานสูงกว่าการทำงานในกะตึก และการทำงานในแผนกตรวจสอบคุณภาพมีแนวโน้ม ทำให้การลดลงของควมถี่เฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้หลังการทำงานสูงกว่าแผนกพ่นน้ำยาเคลือบและแผนกเตา ตามลำดับ

#### 4.4 การวิเคราะห์ผลจากการวัดระยะเวลาตอบสนองแบบแสง

เป็นการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาตอบสนองของผู้ถูกทดสอบ ในช่วงก่อนการทำงานและหลังการทำงานด้วยเครื่องมือวัดระยะเวลาตอบสนอง โดยใช้แสงเป็นสิ่งกระตุ้น ถ้าผู้ถูกทดสอบเกิดความล้าจากการทำงาน ค่าระยะเวลาตอบสนองของผู้ถูกทดสอบในช่วงหลังการทำงานจะมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบ ในช่วงก่อนการทำงานและหลังการทำงาน ในแต่ละกะการทำงานและแผนกงานต่างๆ กัน สำหรับผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยการทำงานเป็นกะแสดงในรูปที่ 4.4 และผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยแผนกงานที่ต่างกันแสดงในรูปที่ 4.5 จากการเปรียบเทียบพบว่าการทำงานในกะเข้ามีแนวโน้มทำให้การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบที่ได้หลังการทำงานสูงกว่าการทำงานในกะตึก และการทำงานในแผนกตรวจสอบคุณภาพมีแนวโน้มทำให้การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบ ในช่วงหลังการทำงานสูงกว่าแผนกพ่นน้ำยาเคลือบและแผนกเตา ตามลำดับ

#### 4.5 การวิเคราะห์ผลจากการวัดระยะเวลาตอบสนองแบบเสียง

วิธีการเปรียบเทียบจะทำในลักษณะเดียวกันกับหัวข้อ 4.4 แต่ใช้เสียงเป็นสิ่งกระตุ้น สำหรับผลการทดลองโดยใช้ปัจจัยการทำงานเป็นกะแสดงในรูปที่ 4.4 และผลการทดลองโดย

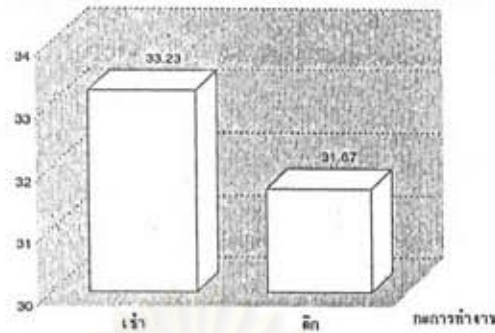
ใช้ปัจจัยแผนงานที่ต่างกันแสดงในรูปที่ 4.5 จากการเปรียบเทียบพบว่าการทำงานในกะเช้ามีแนวโน้มทำให้การเพิ่มขึ้น ของระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบที่ได้หลังการทำงาน สูงกว่าการทำงานในกะดึก และการทำงานในแผนกตรวจสอบคุณภาพมีแนวโน้มทำให้การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบ ในช่วงหลังการทำงานสูงกว่าแผนกหน้าเสาเคลือบและแผนกเตา ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

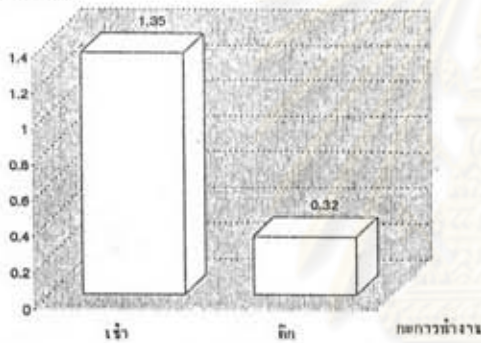


อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)



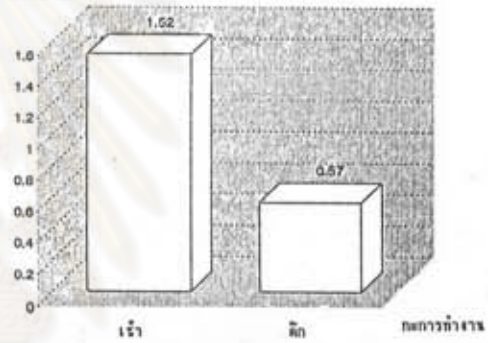
เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ความถี่ (Hz)



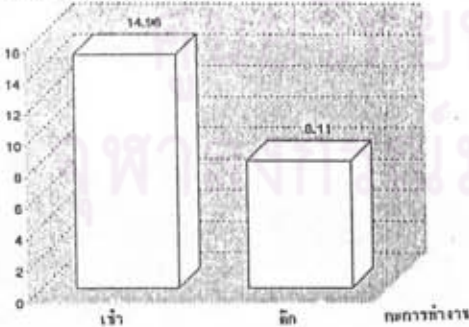
เครื่องวัดความถี่ทางสายตา  
แบบปรับความถี่เพิ่ม

ความถี่ (Hz)



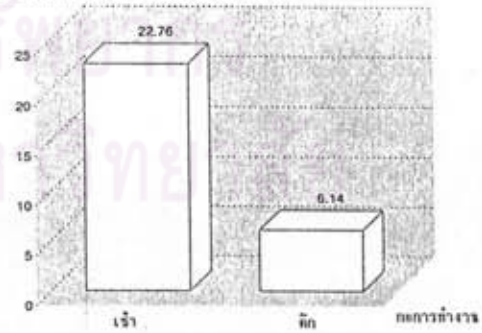
เครื่องวัดความถี่ทางสายตา  
แบบปรับความถี่ลด

ระยะเวลาตอบสนอง (1/1000 วินาที)



เครื่องวัดระยะเวลาตอบสนอง  
แบบแสง

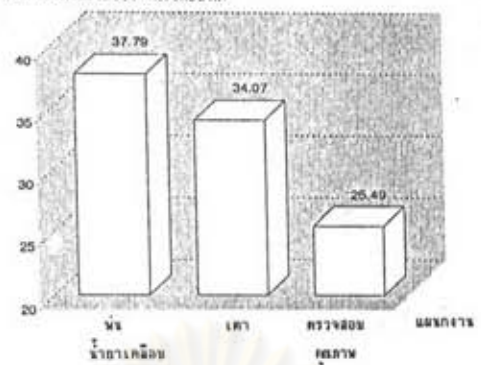
ระยะเวลาตอบสนอง (1/1000 วินาที)



เครื่องวัดระยะเวลาตอบสนอง  
แบบเสียง

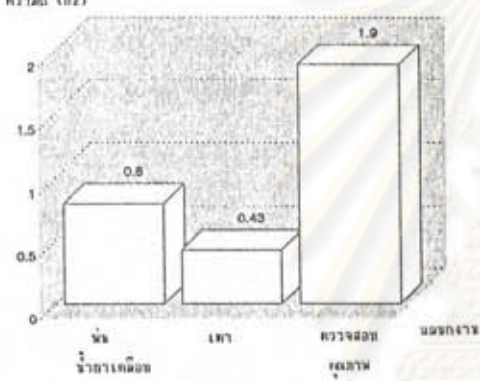
รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยปัจจัยการทำงานเป็นกะที่แตกต่างกัน

อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)



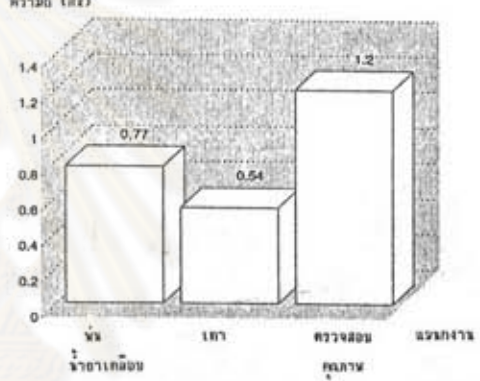
เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ความถี่ (Hz)



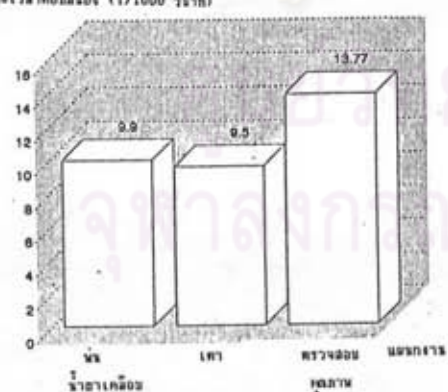
เครื่องวัดความถี่ทางสายตา  
แบบปรับความถี่เพิ่ม

ความถี่ (Hz)



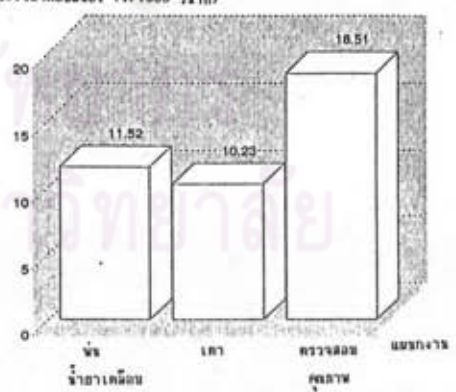
เครื่องวัดความถี่ทางสายตา  
แบบปรับความถี่ลด

ระยะเวลาตอบสนอง (1/1000 วินาที)



เครื่องวัดระยะเวลาตอบสนอง  
แบบแสง

ระยะเวลาตอบสนอง (1/1000 วินาที)



เครื่องวัดระยะเวลาตอบสนอง  
แบบเสียง

รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยปัจจัยแผนงานที่แตกต่างกัน

### 5. การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis)

จากการวัดคุณสมบัติสภาพแวดล้อมในการทำงานของผู้ถูกทดสอบ โดยใช้เครื่องมือวัด  
คุณสมบัติต่างๆ กัน จึงทำให้ได้ตัวแปรเกี่ยวกับคุณสมบัติสภาพแวดล้อมในการทำงานหลายตัวแปรคือ

- คุณสมบัติกระเปาะเปียก
- คุณสมบัติกระเปาะแห้ง
- คุณสมบัติจากการแผ่รังสีความร้อน

เพื่อลดจำนวนตัวแปรในการวิเคราะห์และ ไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน (Redundant)  
ของข้อมูล จึงใช้เทคนิคการวิเคราะห์ตัวประกอบ ในการเลือกค่าคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุดมา  
1 ชนิด เพื่อใช้เป็นตัวแทนของตัวแปรคุณสมบัติสภาพแวดล้อมในการทำงานโดยใช้วิธีการหมุนแกน  
แบบแวนแมกซ์ (Varimax Rotation: อุตมพร, 2524) โดยพิจารณาค่าน้ำหนักตัวถ่วงตัวประกอบ  
(Factor Loading) ของแต่ละตัวแปร ซึ่งตามทฤษฎีของการวิเคราะห์ตัวประกอบ ถ้าตัวแปร  
ใดมีน้ำหนักตัวถ่วงตัวประกอบสูงจะแสดงว่าตัวแปรนั้นเป็นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุด สำหรับผลการ  
วิเคราะห์ค่าน้ำหนักตัวถ่วงตัวประกอบแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าตัวแปรคุณสมบัติกระเปาะแห้ง  
ให้ค่าน้ำหนักตัวถ่วงตัวประกอบสูงที่สุด ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎี  
ของพีชชีเซตในขั้นต่อไป จะใช้คุณสมบัติกระเปาะแห้งเป็นตัวแทนของตัวแปรคุณสมบัติสภาพแวดล้อม  
ในการทำงานของผู้ถูกทดสอบ

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าน้ำหนักตัวถ่วงตัวประกอบของตัวแปรเกี่ยวกับคุณสมบัติสภาพแวดล้อม  
ในการทำงาน

ตัวแปรเกี่ยวกับคุณสมบัติสภาพแวดล้อม ในการทำงาน	น้ำหนักตัวถ่วงตัวประกอบ (Factor Loading)
คุณสมบัติกระเปาะแห้ง	0.9748
คุณสมบัติกระเปาะเปียก	0.9252
คุณสมบัติจากการแผ่รังสีความร้อน	0.9242



## 6. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟัชซีเซต

การวิเคราะห์โดยใช้การประยุกต์ทฤษฎีของฟัชซีเซต จะทำให้ทราบว่าปัจจัยต่างๆ ในการทดลองนี้ กล่าวคือ ภาระการทำงาน ลักษณะงาน(แผนงาน) จำนวนผลผลิต อุณหภูมิสภาพแวดล้อมในการทำงาน อายุ น้ำหนักตัว และปริมาณการนอนหลับก่อนมาทำงาน มีผลกระทบต่อระดับความล้าของคนงานแตกต่างกันด้วยอัตราส่วนเท่าใดบ้าง มีวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้ คือ (Wang และคณะ , 1986)

6.1 คำนวณค่าความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย เพื่อผลกระทบของปัจจัยต่อตัวแปรตาม (Dependent variables) แต่ละตัว คือ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ ความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่เพิ่ม ความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่ลด ระยะเวลาตอบสนองแบบแสง และระยะเวลาตอบสนองแบบเสียง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการคำนวณ

6.2 นำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากหัวข้อ 6.1 มาสร้างเป็นเมตริกซ์ (Matrix) ความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย ซึ่งจะได้จำนวนแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) เท่ากับจำนวนปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ในการวิเคราะห์นี้จะพิจารณาถึงปัจจัยจำนวน 7 ปัจจัย ดังนั้นจะได้เมตริกซ์ความสัมพันธ์แบบ 7 แถวและ 7 คอลัมน์

6.3 คำนวณค่าระดับความเป็นสมาชิก (Grades of membership) ของปัจจัย

6.4 นำค่าระดับความเป็นสมาชิกที่ได้จากตัวแปรตามทั้งหมดมารวมกัน โดยวิธีการของฟัชซีเซต ก็จะได้ว่าแต่ละปัจจัยมีผลกระทบต่อระดับความล้าด้วยอัตราส่วนเท่าใดบ้าง ตามต้องการ

จากวิธีการดังกล่าวจะได้เมตริกซ์ความสัมพันธ์ดังนี้

โดยที่  $A_1$  คือ ผลจากเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ

$A_2$  คือ ผลจากความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่เพิ่ม

$A_3$  คือ ผลจากความล้าทางสายตาแบบปรับความถี่ลด

$A_4$  คือ ผลจากระยะเวลาตอบสนองแบบแสง

$A_5$  คือ ผลจากระยะเวลาตอบสนองแบบเสียง

$$A_1 = \begin{matrix} & \text{Sh} & \text{Ta} & \text{P} & \text{Te} & \text{Age} & \text{Bw} & \text{S1} \\ \begin{matrix} \text{Sh} \\ \text{Ta} \\ \text{P} \\ \text{Te} \\ \text{Age} \\ \text{Bw} \\ \text{S1} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1/13 & 1/6 & 4 & 1/9 & 1/8 & 3 \\ 13 & 1 & 3 & 46 & 2 & 2 & 31 \\ 6 & 1/3 & 1 & 19 & 1/2 & 1/2 & 13 \\ 1/4 & 1/46 & 1/19 & 1 & 1/32 & 1/29 & 1/2 \\ 9 & 1/2 & 2 & 32 & 1 & 2 & 21 \\ 8 & 1/2 & 2 & 29 & 1/2 & 1 & 19 \\ 1/3 & 1/31 & 1/13 & 2 & 1/21 & 1/19 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$A_2 = \begin{matrix} & \text{Sh} & \text{Ta} & \text{P} & \text{Te} & \text{Age} & \text{Bw} & \text{S1} \\ \begin{matrix} \text{Sh} \\ \text{Ta} \\ \text{P} \\ \text{Te} \\ \text{Age} \\ \text{Bw} \\ \text{S1} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 4 & 5 & 2 \\ 1/2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1/2 \\ 1/4 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 \\ 1/4 & 1/2 & 1/2 & 2 & 1 & 2 & 1/2 \\ 1/5 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$A_3 = \begin{matrix} & \text{Sh} & \text{Ta} & \text{P} & \text{Te} & \text{Age} & \text{Bw} & \text{S1} \\ \begin{matrix} \text{Sh} \\ \text{Ta} \\ \text{P} \\ \text{Te} \\ \text{Age} \\ \text{Bw} \\ \text{S1} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 & 2 & 3 & 34 & 22 \\ 1/2 & 1 & 3 & 2 & 3 & 25 & 16 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/2 & 9 & 6 \\ 1/2 & 1/2 & 3 & 1 & 2 & 23 & 15 \\ 1/3 & 1/3 & 2 & 1/2 & 1 & 13 & 8 \\ 1/34 & 1/25 & 1/9 & 1/23 & 1/13 & 1 & 1/2 \\ 1/22 & 1/16 & 1/6 & 1/15 & 1/8 & 2 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$A_4 = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Sh} & \text{Ta} & \text{P} & \text{Te} & \text{Age} & \text{Bw} & \text{SI} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{Sh} \\ \text{Ta} \\ \text{P} \\ \text{Te} \\ \text{Age} \\ \text{Bw} \\ \text{SI} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/2 & 5 & 2 & 10 & 5 \\ 2 & 1 & 1/2 & 5 & 2 & 11 & 5 \\ 2 & 2 & 1 & 6 & 2 & 12 & 6 \\ 1/5 & 1/5 & 1/6 & 1 & 1/4 & 3 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 & 4 & 1 & 8 & 4 \\ 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/3 & 1/8 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 1/5 & 1/6 & 2 & 1/4 & 3 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$
  

$$A_5 = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Sh} & \text{Ta} & \text{P} & \text{Te} & \text{Age} & \text{Bw} & \text{SI} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{Sh} \\ \text{Ta} \\ \text{P} \\ \text{Te} \\ \text{Age} \\ \text{Bw} \\ \text{SI} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 13 & 2 & 3 & 4 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 10 & 2 & 2 & 3 \\ 1/2 & 2 & 1 & 11 & 2 & 2 & 4 \\ 1/13 & 1/10 & 1/11 & 1 & 1/10 & 1/6 & 1/4 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 & 10 & 1 & 2 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 6 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1/4 & 4 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

โดยที่ Sh = กะการทำงาน (Shift)

Ta = แผนกงาน (Task)

P = จำนวนผลผลิต (Production)

Te = อุณหภูมิสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Temperature)

Age = อายุ (Age)

Bw = น้ำหนักตัวของผู้ถูกทดสอบ (Body weight)

SI = ปริมาณการนอนหลับก่อนมาทำงาน (Sleep)

จากเมตริกซ์ข้างต้นจะได้ค่าระดับความเป็นสมาชิกดังตารางที่-4.4



ตารางที่ 4.4 แสดงค่าระดับความเป็นสมาชิก (Grades of membership) ของปัจจัย

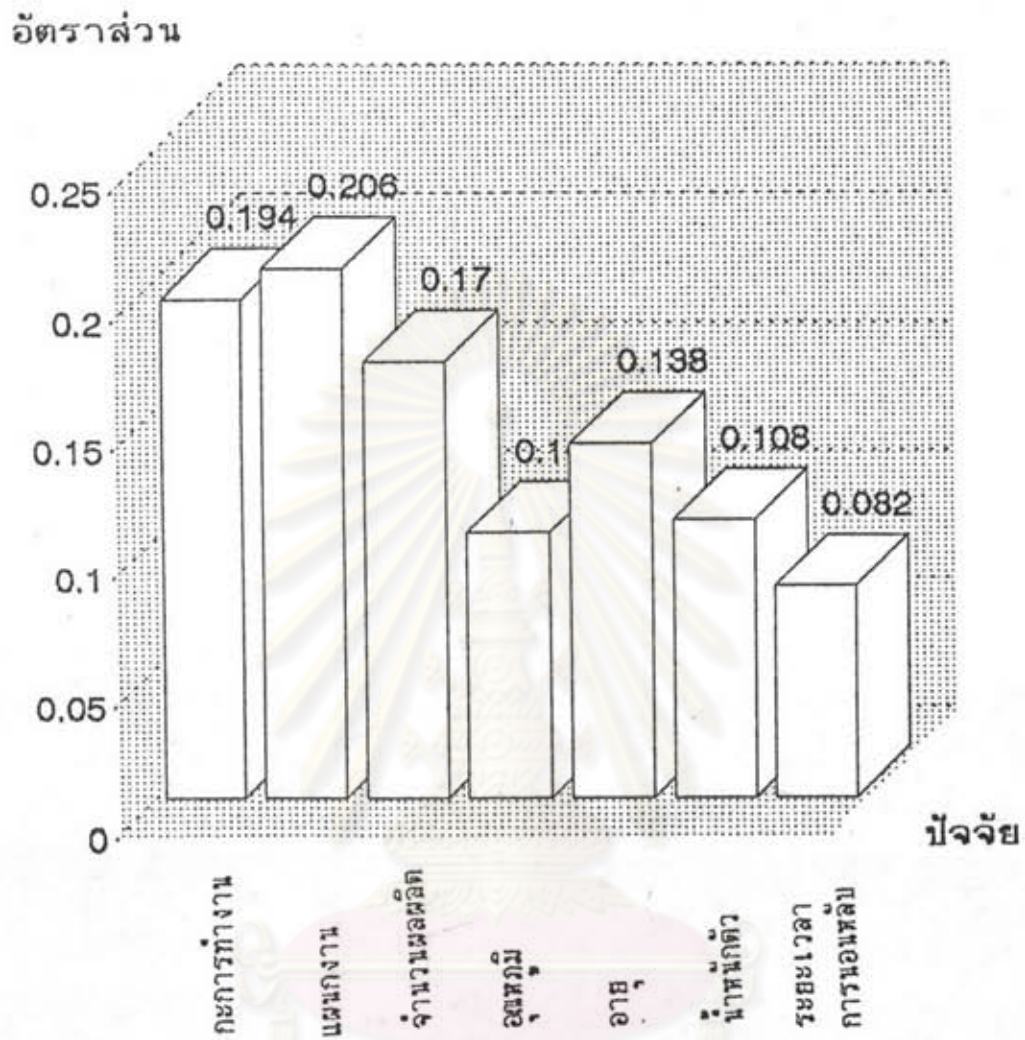
วิธีการทดสอบ	Shift	Task Production	Temp.	Age	Body weight	Sleep
$A_1$	0.027	0.377	0.129	0.007	0.252	0.011
$A_2$	0.319	0.192	0.116	0.075	0.092	0.150
$A_3$	0.356	0.252	0.071	0.188	0.109	0.014
$A_4$	0.195	0.241	0.311	0.041	0.143	0.050
$A_5$	0.293	0.173	0.224	0.017	0.142	0.157

โดยวิธีการของฟัซซีเซต จะได้ผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ต่อระดับความล้าจากฟัซซีเซตดังนี้

$$\text{ระดับความล้า} = \left\{ \begin{array}{ccccccc} \frac{0.194}{Sh} & , & \frac{0.206}{Ta} & , & \frac{0.170}{P} & , & \frac{0.103}{Te} & , & \frac{0.138}{Age} & , & \frac{0.108}{Bw} & , & \frac{0.082}{Sl} \end{array} \right\}$$

โดยสามารถแสดงผลจากแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับความล้าด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน ให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นดังรูปที่ 4.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 แสดงอัตราส่วนของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับความล้า

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย