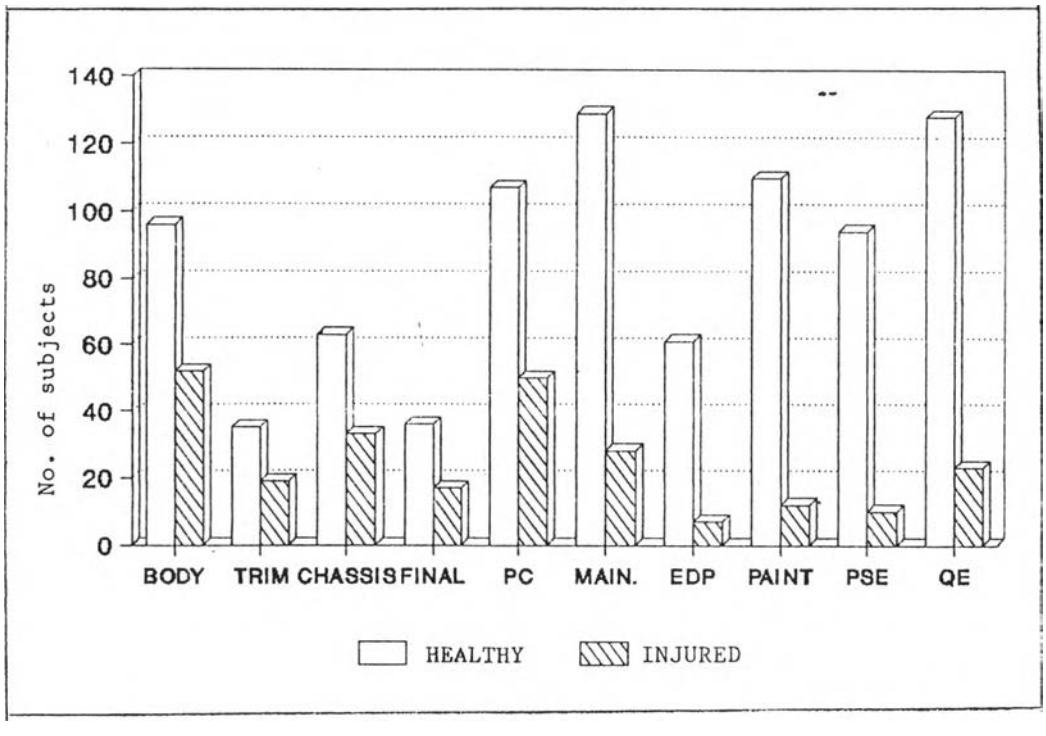
บทที่ 4

ผลการสำรวจและวิจัย

4.1) <u>ผลการสำรวจ</u>

ผู้วิจัยได้เข้าไปสำรวจข้อมูลการทำงานและประวัติอาการบาดเจ็บของโครงสร้างกล้ามเนื้อกระดูก (musculo-skeletal) จากห้องพยาบาลในโรงงาน (ดูภาคผนวก ก.) พบว่ามีรายงานอาการบาดเจ็บตามแผนกต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 : กราฟเปรียบเทียบสัดส่วนของคนที่เคยมีอาการบาดเจ็บกับคนปรกติจากแผนกต่าง ๆ ของโรงงานที่ทำการสำรวจ

จากประวัติคนไข้พบว่าในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา มีคนงานจำนวนหนึ่งที่ต้องไปพบแพทย์ประจำโรงงานเพื่อรักษาอาการบาดเจ็บของโครงสร้างกล้ามเนื้อ-กระดูก และยังพบว่าส่วนมาก

จะเป็นที่กล้ามเนื้อหลัง (low back pain) (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.)

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของพนักงาน เกี่ยวกับการบาดเจ็บจากการทำงานและทัศนคติต่องานที่ทำ โดยการใช้แบบสำรวจสุขภาพและแบบสัมภาษณ์เพื่อใช้ในการประเมินระดับความรุนแรงของปัญหา ดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ทำการคัดเลือกคนงานและลักษณะงานที่น่าสนใจ

4.2) ผลการวิจัย

รายละเอียดของดัชนีความไม่ปรกติ (AI) จากการสัมภาษณ์, ผลการวิเคราะห์ท่าการทรงตัวจากภาพวีดีโอ และค่า %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังขณะที่ทำงาน โดยแยกเป็นงานที่สนใจ แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ ช.1 ภาคผนวก ช.

ปัจจัยการทำงานที่ทำการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ คือท่าทรงตัวในการทำงาน น้ำหนักงานที่ยก ความสูงในการทำงาน และเวลาในการทำงานนี้ต่อวัน

จากการศึกษาสาเหตุของกลุ่มอาการปวดหลังในผู้ใช้แรงงาน (ดร.ชัยยุทธ และคณะ, 2528) กล่าวว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมไม่มีผลต่อภาระปวดหลัง ดังนั้นในการทดลองจึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับอุณหภูมิแต่อย่างไรก็ดี ผู้วิจัยได้พยายามควบคุมในการเก็บข้อมูล โดยใช้ช่วงเวลาเดียวกัน ทำให้อุณหภูมิของห้องขณะเก็บข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Montgomery, 1984) (ดูรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ช.1)

4.2.1) ความสัมพันธ์ของการประเมินความรุนแรงของการทำงานโดยใช้เทคนิค RULA กับ %SUB-MVE

จากข้อมูลการวิจัยพบว่าค่า %SUB-MVE ทั้งซีกซ้ายและขวามีความสัมพันธ์กับค่า G_R (Grand score RULA) เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R-SQUARE = 0.534 และ 0.608 สำหรับกล้ามเนื้อด้านขวาและซ้ายตามลำดับ (ดูการคำนวณในภาคผนวก ช.2) และสามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y_R = 3.7617 + 5.293X \quad \text{..... (4.1)}$$

$$Y_L = 3.2203 + 5.4732X \quad \text{..... (4.2)}$$

เมื่อ Y_R = %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านขวา

Y_L = %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านซ้าย

X = Grand score RULA

และยังพบว่าความสัมพันธ์ของ %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านซ้ายและขวาไม่มี

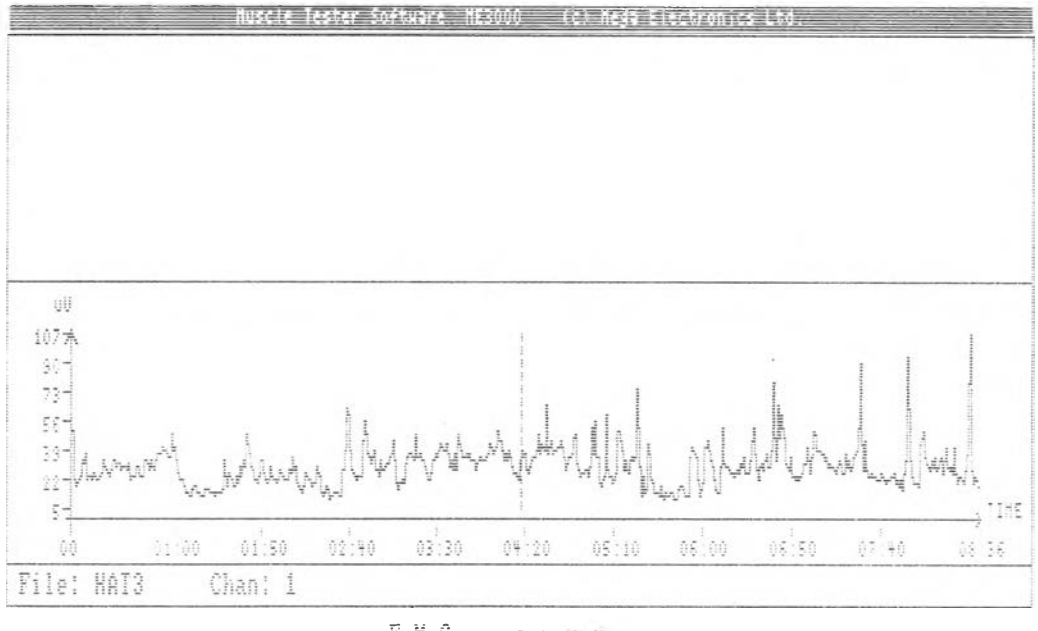
I 15424992

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ดูรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ช.4)

- Grand score RULA (McAtamney and Corlett,1993) ได้แบ่งระดับความรุนแรงของปัญหาออกเป็นคะแนนเพื่อใช้ประเมินความรุนแรงของปัญหา

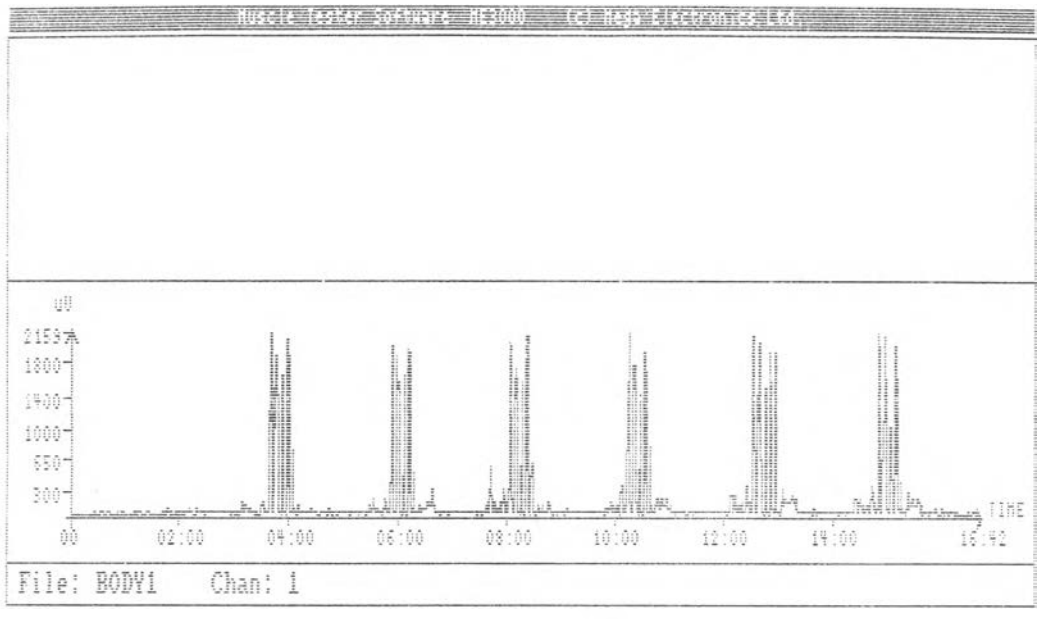
- %SUB-MVE ได้มีผู้วิจัยหลายท่านได้ใช้ในการประเมินขีดจำกัดและความรุนแรงของการทำงาน การศึกษาความล้าของงานสถิตย์ (Kahn and Monod, 1989) พบว่าความรุนแรงของระดับความล้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้า %MVC เกินกว่า 15 - 20%

จากผลการวิจัยที่อ้าง พบว่ามีนักวิจัยบางท่านได้ใช้ค่า %MVC และเทคนิค RULA ในการประเมินควรรุนแรงของการทำงาน และจากผลการทดลองพบว่าค่า Grand score RULA กัน %MVC (ในที่นี้ใช้แทนด้วย %SUB-MVE (ดูภาคผนวก ฉ.)) มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เทคนิค RULA ในการประเมินงานในแผนกเชื่อมตัวถัง เนื่องจากไม่สามารถใช้การวัด EMG ในแผนกนี้ได้ พิจารณาในรูปที่ 4.2



EMG - curve

รูปที่ 4.2) : กราฟ EMG ของงานขัดสีรถ



EMG - curve

รูปที่ 4.3) : กราฟ EMG ของงานเชื่อมชิ้นส่วน AIR BOX

จากกราฟในรูปที่ 4.2 และ 4.3 จะเห็นได้ว่ากราฟของ EMG ขณะทำงานของแผนกเชื่อมตัวถังพุ่งขึ้นสูงมากเป็นมิลลิโวลท์ ขณะที่หน่วยงานอื่นจะวัดได้เป็นค่าไมโครโวลท์ และค่า EMG นี้สูงกว่าค่า SUB-MVE มากหลายเท่า ซึ่งไม่สามารถสรุปได้ ความผิดปรกตินี้อาจเกิดจากสนามแม่เหล็กในบริเวณนั้น หรือเกิดจากการมีกระแสไฟบางส่วนรั่วเข้าร่างกายขณะที่ปืนเชื่อมทำงาน แต่มีปริมาณน้อยมาก (เป็นมิลลิโวลท์) และร่างกายไม่สามารถรับความรู้สึกนี้ได้ แต่สัญญานของ EMG วัดได้ หลังจากที่ได้พยายามวัดค่าอีก 2-3 ครั้งก็พบว่าเครื่องมือชำรุดเสียหายต้องส่งไปซ่อมแซมที่ประเทศฟินแลนด์

ดังนั้นในการเก็บข้อมูล EMG ในแผนกเชื่อมตัวถัง ผู้วิจัยจึงได้ประเมินการทำงานโดยการใช้การวิเคราะห์ท่าการทรงตัวด้วย Grand score RULA อย่างเดียวเพราะทั้งเทคนิค RULA และการวัด EMG ต่างก็เป็นการประเมินระดับความรุนแรงในการทำงาน และมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ ดังสมการที่ 4.1 และ 4.2

4.2.2 <u>ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับค่า %SUB-MVE</u>

ปัจจัยการทำงานในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความสนใจของท่าการทรงตัวของหลัง โดยใช้คะแนนของลำตัว (Trunk score) จากเทคนิค RULA (McAtamney and Corlett, 1993), น้ำหนักของชิ้นงาน, ความสูงในการทำงาน และสัดส่วนของระยะเวลาใน

การทำงานนี้ต่อวัน พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R-SQUARE 0.514 และ 0.647 สำหรับกล้ามเนื้อซีกขวา และซ้ายตามลำดับ (ดูรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ช.3) และสามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y_R = 23.4784 + 4.702X_1 - 0.153X_2 - 0.130X_3 - 0.00005X_4 \quad \ldots (4.3)$$

$$Y_L = 8.1620 + 4.074X_1 - 0.273X_2 + 0.006X_3 + 0.008X_4 \quad \ldots (4.4)$$

เมื่อ Y_R = %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านขวา

Y_L = %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านซ้าย

X_1 = Trunk score

X_2 = น้ำหนักชิ้นงาน (กก.)

X_3 = ความสูงของการทำงาน (ซม.)

X_4 = สัดส่วนของระยะเวลาในการทำงานนี้ต่อวัน (%)

ผลการวิจัยพบว่าค่า R-SQUARE ที่ได้มีค่าไม่สูงมากนัก เพียง 50 - 60% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกิดจากปัจจัยการทำงานอื่นที่ไม่สามารถอธิบายในเชิงรูปธรรมได้ หรืออาจเกิดจากความแปรปรวนของตัวผู้ถูกทดลองเอง และมีผลกระทบต่อค่า %SUB-MVE ซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินผลแต่อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาสภาพการทำงานเป็นระยะเวลานาน 6 เดือน และพบว่าปัจจัยสำคัญที่เป็นผลโดยตรงต่อค่า %SUB-MVE คือปัจจัยทั้ง 4 ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และสามารถใช้อธิบายผลได้มากกว่าครึ่ง (R-SQUARE มากกว่า 0.5 ขึ้นไป)

4.2.3) <u>ความสำคัญของปัจจัยการทำงาน</u>

การหาความสำคัญของปัจจัยการทำงานในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ทฤษฎีของฟัซซีเซต (ชาติชาย อัศดรศักดิ์, 2536; ศรีรักษ์ ศรีทองชัย, 2535) มาใช้ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าปัจจัยต่าง ๆ คือ คะแนนของลำตัว, น้ำหนักชิ้นงาน, ความสูงของการทำงาน และสัดส่วนของระยะเวลาในการทำงานต่อวัน โดยมีการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้คือ (Wang และคณะ, 1986)

1) คำนวณค่าความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย ซึ่งได้ความสัมพันธ์ตามที่แสดงในสมการที่ 4.3 และ 4.4 (ดูรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ช.)

2) นำค่าสัมประสิทธิ์ของแต่และปัจจัย ซึ่งคำนวณค่าทางสถิติจากการวิเคราะห์ linear regression มาสร้างเป็นเมตริกซ์ (Intaranont and Srithongchai, 1993)

ซึ่งจะได้จำนวนแถวและคอลัมน์ เท่ากับจำนวนปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งในที่นี้จะได้เมตริกซ์ความสัมพันธ์แบบ 4 แถวและ 4 คอลัมน์

3) คำนวณค่าระดับความเป็นสมาชิก (Grade of membership) ของปัจจัย

4) นำค่าระดับความเป็นสมาชิกที่ได้จากตัวแปรตามทั้งหมดมารวมกัน โดยวิธีการของฟัซซีเซต ก็จะได้ว่าแต่ละปัจจัยมีผลต่อ %SUB-MVE เท่าใดบ้าง

จากวิธีการดังกล่าวจะได้ว่า

เมื่อกำหนดให้

A_1 = %SUM-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านขวา

A_2 = %SUM-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านซ้าย

T_R = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรคะแนนของลำตัว (Trunk score) ในสมการที่ 4.3 และ 4.4

W = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรน้ำหนักของชิ้นงาน ในสมการที่ 4.3 และ 4.4

H = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรความสูงของการทำงาน ในสมการที่ 4.3 และ 4.4

T = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรสัดส่วนของเวลาในการทำงานต่อวัน ในสมการที่ 4.3 และ 4.4

$$
A = \begin{array}{c} \\ T_R \\ W \\ H \\ T \end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc} T_R & W & H & T \end{array} \\
\begin{bmatrix}
T_R/T_R & T_R/W & T_R/H & T_R/T \\
W/T_R & W/W & W/H & W/T \\
H/T_R & H/W & H/H & H/T \\
T/T_R & T/W & T/H & T/T
\end{bmatrix}
\end{array}
$$

$$Y_R = 23.4784 + 4.702X_1 - 0.153X_2 - 0.130X_3 - 0.00005X_4 \quad \ldots (4.3)$$

$$Y_L = 8.1620 + 4.074X_1 - 0.273X_2 + 0.006X_3 + 0.008X_4 \quad \ldots (4.4)$$

$$A_1 = \begin{array}{c} \\ T_R \\ W \\ H \\ T \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} T_R & W & H & T \end{array} \\ \begin{bmatrix} 4.7/4.7 & 4.7/0.15 & 4.7/0.13 & 4.7/5\text{x}10^{-5} \\ 0.15/4.7 & 0.15/0.15 & 0.15/0.13 & 0.15/5\text{x}10^{-5} \\ 0.13/4.7 & 0.13/0.15 & 0.13/0.13 & 0.13/5\text{x}10^{-5} \\ 5\text{x}10^{-5}/4.7 & 5\text{x}10^{-5}/0.15 & 5\text{x}10^{-5}/0.13 & 5\text{x}10^{-5}/5\text{x}10^{-5} \end{bmatrix} \end{array}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 31 & 36 & 94000 \\ 1/31 & 1 & 1 & 3000 \\ 1/36 & 1 & 1 & 2600 \\ 1/94000 & 1/3000 & 1/2600 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \text{eigenvalue } (A_1) = \begin{bmatrix} 4.003 \\ -2.271 \times 10^{-5} \\ -0.001 - 0.104i \\ -0.001 + 0.104i \end{bmatrix}$$

$$\text{eigenvector } (A_1, C_o) = \begin{bmatrix} 0.999 \\ 0.031 \\ 0.029 \\ 1.067 \times 10^{-5} \end{bmatrix}$$

$$
A_2 = \begin{array}{c} \\ T_R \\ W \\ H \\ T \end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc} T_R & W & H & T \end{array} \\
\begin{bmatrix}
4.07/4.07 & 4.07/0.27 & 4.07/0.006 & 4.07/0.008 \\
0.27/4.07 & 0.27/0.27 & 0.27/0.006 & 0.27/0.008 \\
0.006/4.07 & 0.006/0.27 & 0.006/0.006 & 0.006/0.008 \\
0.008/4.07 & 0.008/0.27 & 0.008/0.006 & 0.008/0.008
\end{bmatrix}
\end{array}
$$

$$
= \begin{bmatrix}
1 & 17 & 678 & 509 \\
1/17 & 1 & 45 & 34 \\
1/678 & 1/45 & 1 & 1 \\
1/509 & 1/34 & 1 & 1
\end{bmatrix}
$$

$$C = \text{eigenvalue } (A_2) = \begin{bmatrix} 4.012 \\ -0.003 - 0.219i \\ -0.003 + 0.219i \\ -0.006 \end{bmatrix}$$

$$\text{eigenvector } (A_2, C_0) = \begin{bmatrix} 0.998 \\ 0.062 \\ 0.002 \\ 0.002 \end{bmatrix}$$

จากเมตริกซ์ข้างต้นจะได้ค่าระดับความเป็นสมาชิกในตารางที่ 4.2 และเนื่องจากทั้ง A_1 และ A_2 ต่างก็เป็นผลของค่า EMG ของกล้ามเนื้อชุดเดียวกันจึงสามารถสรุปได้ว่า

ตารางที่ 4.2 : ค่าความเป็นสมาชิก (Grade of membership) ของปัจจัย

ผลกระทบ	T_R	W	H	T
A_1	0.999	0.031	0.029	$1.067X10^{-5}$
A_2	0.998	0.062	0.002	0.002

$$\text{ค่า \%SUB-MVE} = \left[\frac{0.999}{T_R} , \frac{0.062}{W} , \frac{0.029}{H} , \frac{0.002}{T} \right]$$

โดยทำการ นอร์มอลไลซ์ข้อมูล จะได้เป็น

$$\text{ค่า \%SUB-MVE} = \left[\frac{0.915}{T_R} , \frac{0.057}{W} , \frac{0.026}{H} , \frac{0.002}{T} \right]$$

ซึ่งกล่าวได้ว่าความสำคัญของปัจจัยการทำงานที่สูงที่สุดคือ ท่าทางของหลัง (Trunk score) และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์รองลงมาคือ น้ำหนักงาน , ความสูงของการทำงาน และสัดส่วนของระยะเวลาการทำงานตามลำดับ

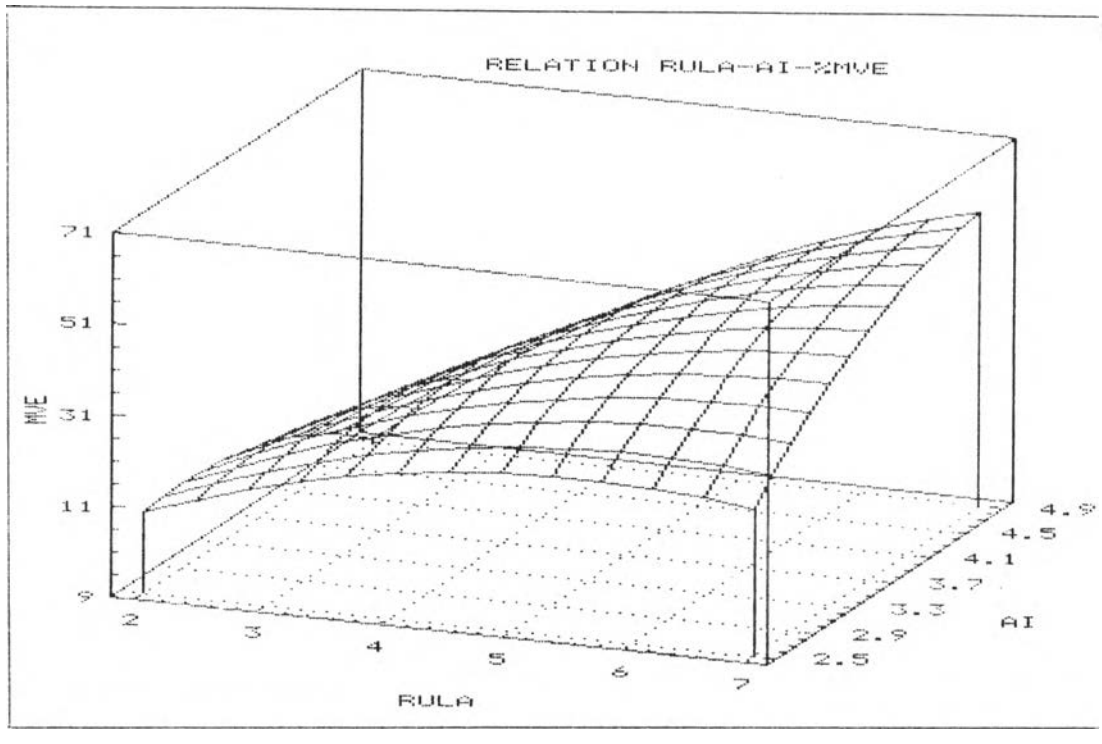
4.2.4) <u>งานที่ควรให้ความสนใจในการวิจัยครั้งนี้</u>

จากสมการที่ 4.1 และ 4.2 เมื่อกำหนดให้ Grand score RULA = 5 ซึ่งเป็นระดับคะแนนที่ควรมีการปรับปรุงงานจะได้ค่า %SUB-MVE = 30.2267 และ 30.5863 สำหรับกล้ามเนื้อชักขวาและซ้ายตามลำดับ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าในการทำงานไม่ควรจะมีค่า %SUB-MVE เกินกว่า 30

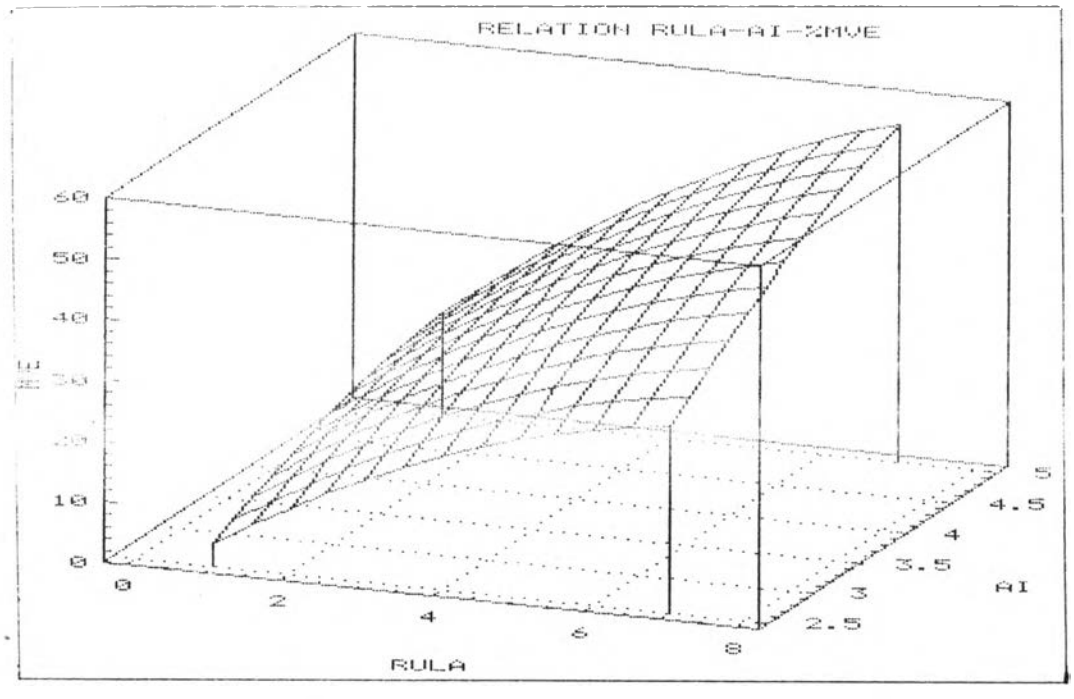
พิจารณาข้อมูลจากตารางที่ ช.1 ในภาคผนวก ช. นำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการประเมิน RULA, ดัชนีความไม่ปรกติ (AI), และค่า %SUB-MVE จะได้กราฟ

ความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.4 และ 4.5 และเมื่อลากกราฟที่ RULA = 5, AI = 3 ไปตัดพื้นผิวกราฟในรูปที่ 4.4 และ 4.5 จะได้ค่า %SUB-MVE ประมาณ 30 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎี

พิจารณางานในตารางที่ ช.1 โดยใช้เกณฑ์การตัดสิน RULA = 5, AI = 3 และ %SUB-MVE = 30 จะได้งานที่ควรให้ความสนใจปรับปรุงดังแสดงในตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.4: กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง RULA, AI และ %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านขวา



รูปที่ 4.5: กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง RULA, AI และ %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านซ้าย

ตารางที่ 4.3 : งานที่ควรมีการปรับปรุงในงานวิจัยในโรงงานประกอบรถกระบะครั้งนี้

ลักษณะงาน	GRAND SCORE RULA	%SUB-MVE (μV)		ดัชนีความไม่ปรกติ
		ด้านขวา	ด้านซ้าย	
งานเชื่อม CAB MAIN	5	-	-	4.125
งานเชื่อมชิ้นส่วนกระบะข้าง	7	-	-	3.125
งานประกอบเบาะ	7	53.07	56.61	2.875
งานประกอบเบาะ	7	61.06	39.25	3.000
งานเรียงล้อ	7	31.24	36.75	3.375
งานเรียงล้อ	6	29.72	28.31	3.125
งานเรียงยาง	7	34.03	38.89	3.875
งานเรียงล้อ	7	39.70	38.89	3.875
งานประกอบเกียร์บล็อค	7	51.01	59.51	4.875
งานประกอบเกียร์บล็อค	7	22.15	51.42	4.250
งานประกอบเฟืองท้าย	3	40.12	38.63	2.625
งานเติมน้ำมันเบรค	6	48.76	31.10	3.125
งานจัดส่งเพลาส่งกำลัง	5	26.58	29.71	3.125
งานจัดส่งเกียร์บล็อค	7	34.40	45.30	3.125
งานจัดส่งจานดรัมเบรค	4	40.03	27.22	3.125
งานจัดส่งเกียร์บล็อค	7	33.62	17.61	3.125