การปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครป เพื่อลดความเมื่อยล้าสายตาและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน กรณีศึกษา : บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด

จัดทำโดย

นางสาวสุภัสสร	ปราสาทกลาง	B 4461357
นางสาวสุภาภรณ์	คำลี	B 4461371
นางสาวอ้อยทิพย์	วงษ์แก้ว	B 4461647
นางสาวเรืองรอง	นาหมืด	B 4461784

โครงการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำนักวิชาแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
พ.ศ. 2548

กิตติกรรมประกาศ

โครงการศึกษาฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์นิระมล จัมปะโสม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการศึกษา ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของรายงาน อีกทั้งให้ความเอาใจใส่ปลูกฝังให้ผู้ศึกษามีระเบียบวินัยและมีความรอบคอบในการทำงาน สนับสนุน ให้กำลังใจ และเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้ศึกษา ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชลาลัย หาญเจนลักษณ์ อาจารย์พรพรรณ วัชรวิทูร และอาจารย์เฉลิมสิริ เทพพิทักษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อแนะนำและให้กำลังใจ อีกทั้งยังช่วยให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ในการทำโครงการศึกษามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และให้โอกาสทำการศึกษา ขอขอบพระคุณ คุณจิตตภูมิ โควบุตร ผู้จัดการฝ่ายคอนเนคเตอร์ คุณศักดิ์สมุทธ์ คนว่อง หัวหน้าส่วนงานประกอบคอนเนคเตอร์ ขอขอบคุณพนักงานตรวจสอบชิ้นงานแผนกคอนเนคเตอร์ รุ่น SD- IO ที่ให้ความร่วมมือในการตรวจวัดเป็นอย่างดี รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องแต่มิได้เอ่ยนามทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือเอาใจใส่ ตลอดจนให้กำลังใจในการดำเนินงานและจัดทำโครงการศึกษาจนสำเร็จ

ท้ายสุดนี้ คณะผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือ เป็นกำลังใจอันสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษา มา ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้ศึกษา

25 เมษายน 2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครป เพื่อลดความเมื่อยล้าสายตาและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน กรณีศึกษา : บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด

นางสาวสุภัสสร ปราสาทกลาง
นางสาวสุภาภรณ์ คำลี
นางสาวอ้อยทิพย์ วงษ์แก้ว
และนางสาวเรืองรอง นาหมื่ด
นักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบเชิงทดลอง (Experimental Research) กลุ่มเป้าหมายที่ทำการศึกษาคือพนักงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครป ส่วนงานการผลิต แผนกประกอบชิ้นส่วน Connector (Line SD-IO) จำนวน 5 คน ณ บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ศึกษาการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าทางสายตาระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B โดยวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A คือ การตรวจสอบชิ้นงานของการทำงานแบบเก่าที่ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน ต่อการตรวจสอบชิ้นงานทั้ง 6 ด้าน และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B คือ การตรวจสอบชิ้นงานแบบใหม่ที่ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 5 คน ต่อการตรวจสอบชิ้นงาน 6 ด้าน เริ่มปฏิบัติงานเวลา 8.00 – 17.00 น. มีช่วงเวลาพักแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 10.00 น. – 10.10 น. พักเที่ยงเวลา 12.00 น. –12.50 น. และ 15.00 – 15.10 น.

จากการสอบถามข้อมูลทั่วไป พบว่า ผู้ปฏิบัติงานมีอายุเฉลี่ย 25.2 $\pm$ 3.7 ปี มีอายุการทำงานเฉลี่ย 10.59 $\pm$ 3.37 ปี จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้ปฏิบัติงานทุกคนไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสายตา มีการตรวจสายตาก่อนเข้าทำงาน และนอนหลับพักผ่อนวันละ 7-8 ชั่วโมงต่อวัน ขณะปฏิบัติงานผู้ปฏิบัติงานร้อยละ 40 รู้สึกเมื่อยล้าสายตาในระดับมาก ผู้ปฏิบัติงานทุกคนมีอาการแสบตาและร้อยละ 40 มีอาการคันตา

ลักษณะทั่วไปของสภาพแวดล้อมในการทำงาน มีความเข้มแสงโดยเฉลี่ย 796 ลักซ์ อุณหภูมิในพื้นที่การทำงานเฉลี่ยโดยประมาณ 25 องศาเซลเซียส มีระดับความเข้มเสียง 72.5 เดซิเบล ในบริเวณพื้นที่การทำงานมีการระบายอากาศที่ถ่ายเทสะดวกไม่อับชื้น

จากการเปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ของผู้ปฏิบัติงานด้วยวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ด้วยสถิติ Wilcoxon Singed-Ranks Test พบว่าค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ด้วยวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A น้อยกว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P- value < 0.05)

จากการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่า วิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A ได้จำนวนชิ้นงานทั้งสิ้น 3292.00 ชิ้น คิดเป็น 411.50 ชิ้นต่อชั่วโมง และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้จำนวนชิ้นงานทั้งสิ้น 3913.28 ชิ้น คิดเป็น 489.16 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังนั้นวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้จำนวนชิ้นงานมากกว่าวิธีการการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A

การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A มีจำนวนชิ้นงานเสียทั้งสิ้น 155.50 ชิ้น คิดเป็น 19.37 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อย 5.4 ชิ้นจากชิ้นงานที่ได้ทั้งหมด และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B มีจำนวนชิ้นงานเสียทั้งสิ้น 73.96 ชิ้น คิดเป็น 9.25 ชิ้นต่อชั่วโมงหรือคิดเป็นร้อย 2.16 ชิ้น จากชิ้นงานที่ได้ทั้งหมด

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า วิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ผู้ปฏิบัติงานมีความเมื่อยล้าทางสายตาน้อยกว่า ได้จำนวนชิ้นงานมากกว่า และจำนวนชิ้นงานเสียน้อยกว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....ก
บทคัดย่อ.....ข
สารบัญรูปภาพ.....ฉ
สารบัญตาราง.....ช
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....1
1.3 สมมุติฐานการศึกษา.....2
1.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....2
1.5 ขอบเขตการศึกษา.....2
1.6 คำศัพท์และนิยาม.....2
1.7 กรอบแนวคิด.....5
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 การมองเห็น.....6
2.2 ปัจจัยของแสงที่มีผลกระทบต่อดวงตา.....7
2.3 ความหมายและประเภทของความเมื่อยล้า.....7
2.4 ลักษณะอาการของผู้ปฏิบัติงานที่มีความเมื่อยล้า.....8
2.5 หลักการของ Critical Fusion Frequency.....9
2.6 การทดสอบความเมื่อยล้าทางสายตา.....11
2.7 ตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อค่า Flicker value.....12
2.8 การทดสอบและการตรวจสอบคุณภาพ.....12
2.9 การจัดคนเข้าทำงาน.....12
2.10 ความเครียด.....13
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....14
บทที่ 3 วิธีการศึกษา
3.1 รูปแบบการศึกษา.....17
3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา.....17
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย.....17
3.4 ขั้นตอนการศึกษา.....18
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....19

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....20

4.2 การเปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตาของวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B.....22

4.3 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดต่อชั่วโมงระหว่างการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B..... 27

4.4 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมงระหว่างการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B..... 27

บทที่ 5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา.....28

5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....29

5.3 อภิปรายวิธีดำเนินการศึกษา.....30

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับผลการศึกษา..... 30

5.5 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป..... 30

บรรณานุกรม.....32

ภาคผนวก

- ภาพประกอบการทำโครงการศึกษา.....35
- แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล.....36
- การทดสอบด้วยสถิติ Wilcoxon Signed – Rank Test.....39
- รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องทดสอบความเมื่อยล้าของสายตา APPARATUS DIGITAL FLICKER MODEL CE-IO.....44
- ประวัติผู้ศึกษา.....47

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 -1 ลักษณะชิ้นงานในแต่ละด้านและจุดในการตรวจสอบชิ้นงาน.....3
รูปภาพที่ 1-2 ลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และลักษณะการตรวจสอบแบบ B..... 4
รูปภาพที่ 3-1 เครื่องมือตรวจวัดความเมื่อยล้าสายตา FATIGUE TEST APPARATUS DIGITAL FLICKER ยี่ห้อ OG GIKEN รุ่น CE-ID.....17
รูปภาพที่ 4-1 เปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตาของวิธีการตรวจสอบชิ้นงาน แบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B..... 23
รูปภาพที่ 4-2 เปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตาเฉลี่ยของวิธีการตรวจสอบ ชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B.....25
รูปภาพที่ ผ-1 แสดงลักษณะการทำงาน.....35
รูปภาพที่ ผ-2 แสดงชิ้นงานที่ใช้ในการตรวจสอบ.....35
รูปภาพที่ ผ-3 แสดงวิธีการตรวจวัดความเมื่อยล้าของสายตา.....35
รูปภาพที่ ผ-4 แสดงเครื่องทดสอบความเมื่อยล้าของสายตา.....44

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา.....20
ตารางที่ 4-2 สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน.....22
ตารางที่ 4-3 ค่าความเมื่อยล้าของสายตา (CFF) ของการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B.....26
ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าของสายตา (CFF) ของการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B..... 26
ตารางที่ 4-5 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดต่อชั่วโมงระหว่างการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B..... 27
ตารางที่ 4-6 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมงระหว่างการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B..... 27
ตารางที่ ผ-1 แสดงตัวอย่างตารางบันทึกค่าความเมื่อยล้าสายตา.....38
ตารางที่ ผ-2 ค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) จากการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A.....39
ตารางที่ ผ-3 ค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) จากการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B.....40
ตารางที่ ผ-4 แสดงการทดสอบสถิติ Wilcoxon Signed – Rank Test.....41

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรบุคคลนับเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ งานอุตสาหกรรมก็เป็นอีกด้านหนึ่งของเศรษฐกิจที่จำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรบุคคลเข้ามาช่วยในการขับเคลื่อนกระบวนการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จึงควรจะมีการดูแลและเอาใจใส่ในเรื่องของความปลอดภัยของสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน ถ้าหากผู้ปฏิบัติงานเกิดอุบัติเหตุ ความเจ็บป่วย หรือความเมื่อยล้าอันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ก็จะส่งผลกระทบต่อยอดของการผลิตที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย และคุณภาพของสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐาน เกิดความเสียหายเป็นปัญหาทั้งต่อสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ

บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมอีกประเภทหนึ่งที่มีการใช้ทรัพยากรบุคคลเป็นจำนวนมากในกระบวนการผลิต และขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในกระบวนการผลิต คือ การตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้กล้องไมโครสโคป ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องมีการใช้สายตาเพ่งมองชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง / วัน ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้าทางสายตา ถึงแม้ว่าความเมื่อยล้าจะไม่มีผลต่อสุขภาพอย่างถาวร แต่ก็จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความรำคาญและเบื่องาน จนในที่สุดอาจเกิดผลเสียต่อบริษัทได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นคณะผู้จัดทำโครงการศึกษาจึงทำการศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าสายตาของพนักงานในขณะปฏิบัติงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยศึกษาการปฏิบัติงานของพนักงานงานตรวจสอบชิ้นงาน แผนก Connecter (Line SD – IO) บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด ซึ่งทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าสายตาที่เกิดจากการตรวจสอบชิ้นงาน 2 ลักษณะ คือ การตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ผลการศึกษานี้สามารถนำไปปฏิบัติเพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพดี และยังสามารถนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาความเมื่อยล้าสายตาจากการตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้กล้องไมโครสโครปแบบ A และแบบ B
2. เพื่อเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานต่อชั่วโมงที่ได้จากการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และแบบ B
3. เพื่อเปรียบเทียบชิ้นงานเสียของการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และแบบ B
4. เพื่อเสนอแนะแนวทางลดความเมื่อยล้าสายตาจากการตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องกล้องไมโครสโครป

1.3 สมมุติฐานการศึกษา

1. ลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ก่อให้เกิดความเมื่อยล้าของสายตาน้อยกว่าแบบ A
2. จำนวนชิ้นงานเสียจากการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B มีชิ้นงานเสียน้อยกว่าแบบ A
3. จำนวนชิ้นงาน / ชั่วโมง การตรวจสอบชิ้นงานชิ้นงานแบบ B มากกว่าแบบ A

1.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ ลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A, ลักษณะการตรวจสอบชิ้นงาน แบบ B

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเมื่อยล้าของสายตา, จำนวนชิ้นงาน / ชม. , จำนวนชิ้นงานเสีย

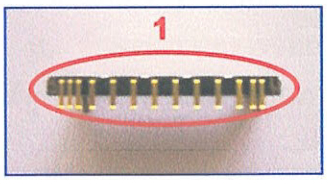
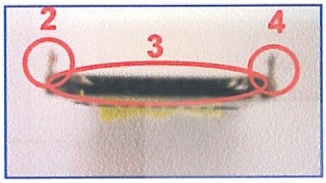
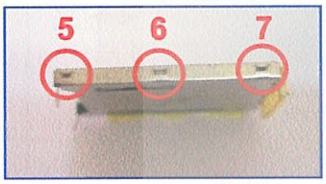
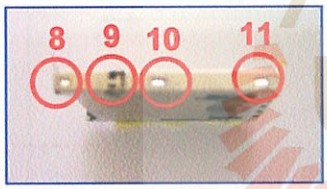
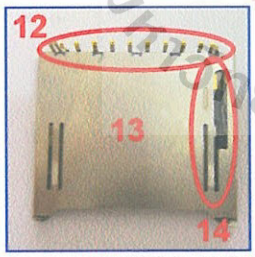
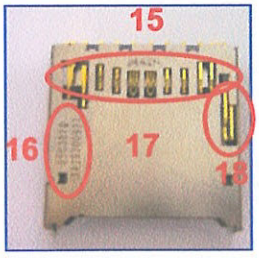
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดของกล้องไมโครสโครป, เวลาการทำงาน, เวลาการพัก, ขนาดและชนิดของชิ้นงาน

1.5 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา คือ พนักงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครป ส่วนงานการผลิต แผนกประกอบชิ้นส่วน Connector (Line SD - IO) จำนวน 5 คน ณ บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด ศึกษาการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าทางสายตาระหว่างการตรวจสอบชิ้นงาน แบบ A และแบบ B ศึกษาเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ได้และจำนวนชิ้นงานเสียจากการตรวจสอบชิ้นงานทั้ง 2 วิธี ช่วงเวลาของการปฏิบัติงานของพนักงานในกะกลางวันเวลา 8.00 – 17.00 น. ด้วยเครื่องมือทดสอบความเมื่อยล้าของสายตา (Flicker Test) และแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของพนักงาน

1.6 คำศัพท์และนิยาม

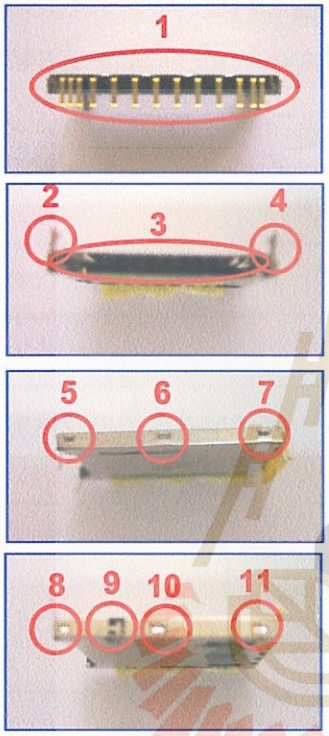
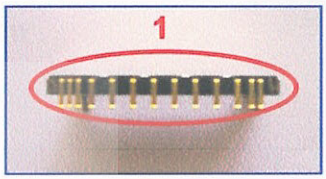
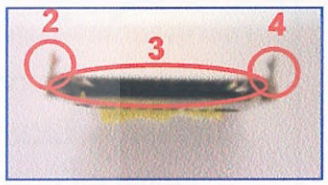
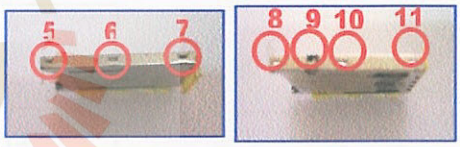
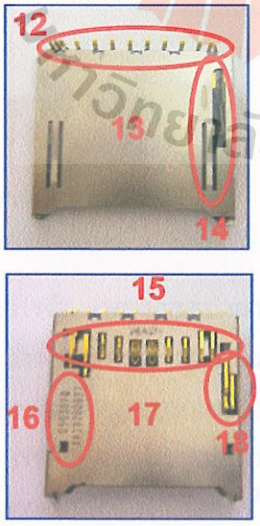
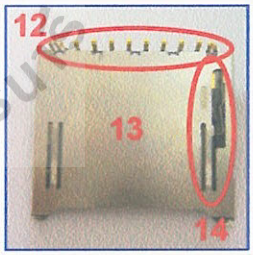
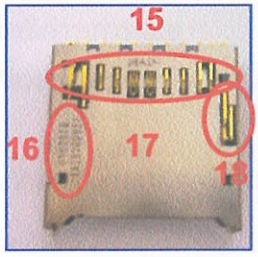
1. กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน คือ การตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครป
2. ชิ้นงาน คือ ชิ้นส่วน Connector รุ่น SD – IO ที่มีทั้งหมด 6 ด้าน แนวตั้ง 4 ด้านและแนวนอน 2 ด้าน ดังรูปภาพที่ 1-1
3. กล้องที่ใช้ตรวจสอบชิ้นงาน คือ กล้องไมโครสโครป ยี่ห้อ Carton รุ่น dsz 44กำลังขยาย 10X และ ยี่ห้อ CT รุ่น brand กำลังขยาย 5X
4. จุดในการตรวจสอบชิ้นงาน คือ จุดในการมองและตรวจสอบชิ้นงานในแต่ละด้าน ดังรูปภาพที่ 1-1

ลักษณะของชิ้นงาน	จุดในการตรวจสอบ
 กำลังขยาย 10 X	1. ตรวจสอบความตรงของขา Contact
 กำลังขยาย 10 X	2. ตรวจสอบความตรงของขา Contact 3. ตรวจสอบความตรงและระยะห่างของขา Contact (ด้านใน) 4. ตรวจสอบความตรงของขา Contact
 กำลังขยาย 10 X	5. ตรวจสอบความสนิทของเขี้ยว 6. ตรวจสอบความสนิทของเขี้ยว 7. ตรวจสอบความสนิทของเขี้ยว และมุมของขา Contact ต้อง 90 องศา
 กำลังขยาย 10 X	8. ตรวจสอบความสนิทของเขี้ยว และมุมของขา Contact ต้อง 90 องศา 9. ใช้เข็มหมุดจิ้มเพื่อตรวจสอบความสนิท 10. ตรวจสอบความสนิทของเขี้ยว 11. ตรวจสอบความสนิทของเขี้ยว
 กำลังขยาย 5 X	12. ตรวจสอบความสนิทของเขี้ยว 13. ตรวจสอบดูรอยขีดข่วนหรือสกปรกบนผิว 14. ตรวจสอบตำแหน่งของ S – Shape และรอยขีดข่วน
 กำลังขยาย 5 X	15. ตรวจสอบขา Contact ต้องไม่เสียรูป 16. ตรวจสอบการ Mark (ดูวันที่และรุ่น) 17. ตรวจสอบดูรอยขีดข่วนหรือสกปรกบนผิว 18. ตรวจสอบขา Contact ต้องไม่บิดงอ

ดังรูปภาพที่ 1 -1 ลักษณะชิ้นงานในแต่ละด้านและจุดในการตรวจสอบชิ้นงาน

5. การตรวจสอบชิ้นงานแบบ A คือ การตรวจสอบชิ้นงานของการทำงานแบบเดิม ที่มีผู้ปฏิบัติงาน 2 คน ดังรูปภาพที่ 1-2

6. ลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B คือ การตรวจสอบชิ้นงานของการทำงานแบบใหม่ ที่มีผู้ปฏิบัติงาน 5 คน ดังรูปภาพที่ 1-2

<table>
<tr><th colspan="2">การตรวจสอบชิ้นงานแบบ A</th><th colspan="2">การตรวจสอบชิ้นงานแบบ B</th></tr>
<tr><th>คนที่</th><th>ลักษณะการตรวจสอบ</th><th>คนที่</th><th>ลักษณะการตรวจสอบ</th></tr>
<tr><td>1
2
3</td><td> 
</td><td>1</td><td> 
</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>2</td><td> 
</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>3</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>4
5</td><td> 
</td><td>4</td><td> 
</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>5</td><td> 
</td></tr>
</table>

รูปภาพที่ 1-2 ลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และแบบ B

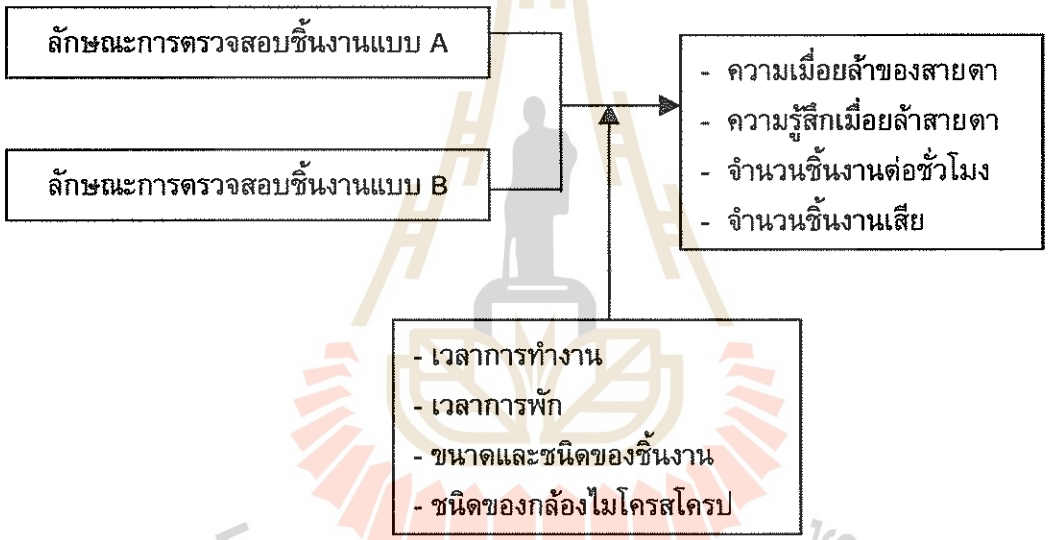
7. ความเมื่อยล้าของสายตา (Visual Fatigue) คือ ค่า Critical Fusion Frequency (CFF) ที่ได้จากการตรวจด้วยเครื่อง Apparatus Digital Flicker Test Model CE - IO

8. เครื่องมือที่ใช้ทดสอบความเมื่อยล้าทางสายตา คือ Apparatus Digital Flicker Test Model CE - IO ซึ่งอาศัยหลักการของความถี่ที่ทำให้การมองเห็นเป็นแถบสีหรือภาพเดียวกัน โดยปราศจากการมองเห็นในลักษณะการกระพริบ Critical Fusion Frequency (CFF) ค่าปกติจะอยู่ในช่วง 30 – 40 CPS ถ้าผู้ทดสอบตอบสนองในความถี่สูงแสดงว่าไม่มีความเมื่อยล้า แต่ถ้าทดสอบแล้วต่ำกว่า 30 CPS ก็อาจถือได้ว่ามีปัญหาด้านความเมื่อยล้า

9. จำนวนชิ้นงาน / ชั่วโมง คือ จำนวนชิ้นงานที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบได้ต่อชั่วโมง

10. จำนวนชิ้นงานเสีย คือ จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบไม่ผ่าน

1.7 กรอบแนวคิด



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลการศึกษาสามารถนำมาเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
2. ผลการศึกษาสามารถนำมาปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบชิ้นงานให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเมื่อยล้าสายตาจากการปฏิบัติงานลดลง
3. ผลการศึกษาสามารถนำมาเป็นแนวทางในการลดจำนวนชิ้นงานเสียจากการตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องอิเล็คโตรไมโครสโครป

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การมองเห็น

การมองเห็น (Vision) ต้องใช้อวัยวะสัมผัสพิเศษ ซึ่งมีเครื่องรับ คือ ตา ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องรับที่เจริญมากที่สุดในบรรดาเครื่องรับอวัยวะสัมผัสทั้งหลาย นอกจากนี้ยังเป็นระบบประสาทสัมผัสที่ต้องทำงานมากที่สุด มีผู้คำนวณว่ากระแสสัมผัสที่ร่างกายได้รับในชีวิตประจำวันนั้นรับทางอวัยวะนี้ถึงร้อยละ 70 ทั้งนี้เพราะอวัยวะนี้ต้องใช้มากตลอดเวลาที่ร่างกายตื่นอยู่ (ชูศักดิ์, 2520)

การมองเห็นเริ่มตั้งแต่การรับแสง ตาจะมีการปรับเพื่อให้ได้รับภาพที่ชัดมากที่สุด โดยช่องแสงที่สามารถจะเปลี่ยนแปลงขนาดได้(Variable Adaptive)ที่เรียกว่าม่านตา(Iris) จะเป็นตัวทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ามาในตาให้มีขนาดเหมาะสม ส่วนกระจกตา (Cornea) น้ำหล่อเลี้ยงตาส่วนหน้า (Aqueous Humer) น้ำหล่อเลี้ยงตาส่วนหลัง (Virtreous Humer) และแก้วตา (Lens) จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการหักเหแสง (Refractive Media) ให้ตกลงพอดีที่จอตา (Retina) ศูนย์กลางของจอตา คือ Macula ตรงกลางของ Macula เรียกว่า fovea head ซึ่งเป็นบริเวณที่รับภาพได้ชัดเจนที่สุด และตรงประสาทตา (optic nerve) ออกจากจอตาเห็นเป็น nerve head เรียกว่า optic disc ภาพที่เห็นชัด แสงจะต้องสะท้อนจากวัตถุผ่านกระจกตาและแก้วตา แล้วมาโฟกัสที่จอตาภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพหัวกลับสลับซ้ายเป็นขวา การที่เราเห็นวัตถุตามสภาพความเป็นจริง เนื่องจากสมองเราได้แปรภาพที่เกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่ง (ธนารักษ์, 2532)

ที่จอตา (Retina) มีกลไกการกระตุ้นที่เป็นแสงกลไกเช่นนี้ อาศัยปฏิกิริยาเคมีของ photochemical pigment ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยาเคมีแสง (photochemical reaction) เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงจะเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าและส่งทอดกระแสประสาทไปทางประสาทตา (ชูศักดิ์, 2520)

ประสาทตาจะพุ่งออกจาลูกตาสู่ยอดของเบ้าตา ผ่าน optic foramen สู่กะโหลกศีรษะและภายในกะโหลกศีรษะจะมีประสาทตา 2 เส้นมาพบกันที่ optic chiasm ซึ่งอยู่เหนือต่อม pitutary fossa แยกเป็นทางเดินประสาทตา (optic tract) แล้วมุ่งสู่ lateral geniculate body เพื่อเชื่อมติด (synapse) กับเซลล์ประสาทที่ต่างกัน แล้วจะเข้าสู่บริเวณการมองเห็นในสมองเส้นใยประสาทจะรวมเข้าเป็น optic rediation ซึ่งกระจายออกไปคล้ายรูปพัดไปสิ้นสุดใน visual cortex หรือ occiptal lobe ของ cerebral cortex (ธนารักษ์, 2532)

เส้นทางประสาทที่จอด้านข้าง (temporal) จะอยู่ด้านนอกประสาทของตา ส่วนเส้นทางด้านจมูก (nasal) จะอยู่ด้านในของประสาทตา พอมาถึง chiasm เส้นประสาททางด้าน nasal จะทอดข้ามไปตามทางเดินประสาทตา (optic tract) ของด้านตรงข้ามสลับซ้ายขวา จากเส้นทางเดินนี้จะเห็นวัตถุใดที่อยู่ในครึ่งส่วนของการมองเห็นของแต่ละดวงตา ภาพจะตกลงบนจอตาด้านขวาก็จะแปรผลโดยสมองด้านขวาเช่นกัน ส่วนด้านขวาก็จะแปรผลการมองเห็นโดยสมองด้านซ้าย

2.2 ปัจจัยของแสงที่มีผลกระทบต่อดวงตา

สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ทำงานทุกประเภท และมีผลกระทบต่อการทำงานของดวงตา โดย (จรัญ, 2539)

1) กรณีแสงน้อยเกินไป

- บรรยากาศการทำงานไม่ดี ไม่สบายตา ก่อให้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายได้ง่าย
- มึนหรือปวดศีรษะ
- ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตา (Eye strain) และกระบอกตา
- ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เนื่องจากความเร็วในการมองเห็นลดลงจึงทำงานได้ช้าลง
- มีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในการทำงานมาก (High error rate)

2) กรณีที่มีแสงมากเกินไป

- ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตา
- สุขภาพตาเสื่อมลง
- คุณภาพในการทำงานลดลง

2.3 ความหมายและประเภทของความเมื่อยล้า

ความเมื่อยล้า (Fatigue) เป็นคำที่ใช้อธิบายสภาพที่ผิดแปลกไปจากปกติ คำเหล่านี้ยังหาความหมายที่ถูกต้องไม่ได้ หรือสรรหาคำมาแยกให้เด่นชัดไม่ได้ ความหมายของความเมื่อยล้ายังเป็นปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถตกลงกันได้ เช่น บางคนอาจใช้คำว่า "ซ้ำซาก (Monotony)" ซึ่งหมายถึงสภาพความเมื่อยล้า บางคนใช้คำว่า "เบื่อ (Boredom)" หรือบางครั้งก็ใช้ความรู้สึกหรืออารมณ์ที่ไม่สอดคล้องกัน (Dissociable behavior) มาใช้อธิบายแทนคำว่า Fatigue อย่างไรก็ตาม ถ้าจะอธิบายตามหลักวิทยาศาสตร์ ความเมื่อยล้าหมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นหรือลักษณะที่บรรยายออกมาให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น และความเปลี่ยนแปลงนี้อาจรวมถึงการเพิ่มสิ่งไม่สะดวกสบายหรือการลดประสิทธิภาพเนื่องจากการทำงาน ทำให้มีการสูญเสียพลังงาน

นักสรีรวิทยาได้ให้ความหมายของคำว่า "ความเมื่อยล้า (Fatigue)" เป็นความรู้สึกต่างๆที่เกิดขึ้นในลักษณะที่ไม่เหมือนกัน โดยคำนึงถึงหลักที่ว่าต้องมีตัวกระตุ้น (stimuli) ในการที่มีตัวกระตุ้นนี้ อาจทำให้มีการต่อต้านชนิดต่อเนื่องหรือเป็นครั้งคราวก็ได้ อย่างไรก็ตาม สิ่งที่มากระตุ้นนี้ถ้าทำแบบต่อเนื่องอยู่เรื่อยๆ ก็จะทำให้สรีรภาพของคนอ่อนแอลง กระบวนการที่เกิดขึ้นเหล่านี้มีลักษณะต่างจากความรู้สึกที่ไม่มีตั้วกระตุ้น เช่น คนที่หวาดระแวง วิตกกังวลโดยไม่มีสาเหตุ หรือไม่มีตัวกระตุ้น อาจเกิดกับคนได้ทุกเวลา อย่างไรก็ตามความรู้สึกทั้งสองประเภทไม่สามารถแยกออกจากกันให้เด่นชัดได้ (การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและเออร์โกโนมิกส์)

นักวิจัยหลายท่านพยายามศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดความเมื่อยล้าในการทำงานในลักษณะการทำงานหลายๆ ประเภท และพยายามหาหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันให้แน่ชัดว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงานปรากฏขึ้นจริง สาเหตุเหล่านี้ประกอบไปด้วย ท่านั่งของพนักงาน ช่วงระยะเวลาที่ทำงานต่อเนื่องกัน ลักษณะงานที่ซ้ำๆอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยต่างๆเหล่านี้นอกจากเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าแล้วยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุอีกด้วย

จากการศึกษารวบรวมของ ชมภูศักดิ์ พลูเกษ และคณะ, 2534 วิธีการวัดความเมื่อยล้าในปัจจุบันไม่สามารถตรวจวัดความเมื่อยล้าได้โดยตรง ผลของการตรวจวัดจะได้มาเพียงตัวชี้ที่แสดงให้เห็นว่ามีความเมื่อยล้าเกิดขึ้นเท่านั้น วิธีการตรวจวัดเพื่อหาตัวชี้มีหลายแบบ เช่น การใช้แบบสอบถามและการสังเกตความรู้สึกของพนักงาน การสังเกตดูจากสมาธิและผลผลิตที่ได้จากการทำงาน การทดสอบการสั่งงานของสมองในการแก้ปัญหา (Mental test) การใช้เครื่องมือทางการแพทย์จำพวกวัดคลื่นสมอง กล้ามเนื้อ และวัดสารชีวภาพในร่างกาย

ความเมื่อยล้าของสายตานั้น เกิดจากการทำงานในระยะใกล้เป็นเวลานานเกินไป จนทำให้เกิด Accommodative disorder และมีอาการล้าตา ปวดตา ปวดศีรษะ โดยเฉพาะงานที่ต้องใช้สายตามากๆ ทั้งนี้เนื่องจากการมองเห็นระยะใกล้ต้องอาศัยกล้ามเนื้อมาก ได้แก่

- กล้ามเนื้อภายใน (Ciliary muscles) เพื่อปรับระยะเลนส์
- กล้ามเนื้อภายนอกตา (Extraocular muscles) โดยเฉพาะกล้ามเนื้อเรคทัสในกลาง (medial rectus) เพื่อทำให้ตาหมุนเข้าใน (convergence) สำหรับการทำงานระยะใกล้ ซึ่งการใช้กล้ามเนื้อตาเหล่านี้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน กล้ามเนื้อตาจะล้า (ocular fatigue) ทำให้เกิดอาการปวดตา เมื่อยตา อยากหลับและเห็นภาพไม่ชัด

ความเมื่อยล้า สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1) ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (Mascular Fatigue)
2) ความเมื่อยล้าทั่วๆไป (General Fatigue) ได้แก่
   - ความเมื่อยล้าทางร่างกายทั่วไป (General Bodily Fatigue)
   - ความเมื่อยล้าทางจิตใจ (Mental Fatigue)
   - ความเมื่อยล้าทางระบบประสาท (Nervous Fatigue)
   - ความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง (Chronic Fatigue)
   - ความเมื่อยล้าเนื่องจากช่วงเวลาปฏิบัติงานและเวลาไม่แน่นอน (Circadian Fatigue)

2.4 ลักษณะอาการของผู้ปฏิบัติงานที่มีความเมื่อยล้า

ศาสตราจารย์อีไตน์ แกรนด์จีน ได้กล่าวถึงลักษณะอาการของผู้ที่มีความเมื่อยล้าไว้ดังต่อไปนี้

1) มีความรู้สึกอ่อนเพลีย ง่วงนอน และมีโอกาสจะเป็นลมได้ง่าย
2) ความคิดและการสั่งงานของสมองช้าลง
3) ความตื่นตัวลดลง
4) ความสามารถในการรับรู้สิ่งต่างๆ ช้าลง
5) รู้สึกไม่อยากที่จะทำงาน

ซึ่งทั้ง 5 ข้อข้างต้น เป็นอาการของผู้ที่มีความเมื่อยล้าทั่วไป ยังมีความเมื่อยล้าอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งพบมากในการปฏิบัติงานภาคอุตสาหกรรม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องประสบกับสภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีความเค้นวันแล้ววันเล่าเป็นเวลานานพอสมควร ความเมื่อยล้าลักษณะนี้เรียกว่า ความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง โดยจะเกิดตลอดแม้แต่ในเวลาเลิกงานและช่วงเวลาอื่นๆ ลักษณะอาการของความเมื่อยล้าแบบเรื้อรังได้แก่

1) ปวดศีรษะบ่อย
2) มึนและเวียนศีรษะเสมอ
3) นอนไม่ค่อยหลับ
4) มีจังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติ
5) เบื่ออาหาร เหงื่อออกง่าย
6) ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ เช่น ท้องเสียหรือท้องผูกง่าย

ลักษณะอาการดังกล่าว นอกจากจะเกิดจากสภาวะแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่มีความเค้นแล้ว ยังมีสาเหตุจากการที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ชอบที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่การงานนั้น หรือไม่ชอบสถานที่ปฏิบัติงาน หรืออาจเกิดจากการที่ตัวผู้ปฏิบัติงานเองไม่สามารถ ปรับตัวให้เข้ากับงาน หรือสภาวะปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น การออกแบบและจัดสภาวะสิ่งแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานนั้น สามารถช่วยแก้ไขได้

2.5 หลักการของ Critical Fusion Frequency

หลักการของ Critical Fusion Frequency (ชมภูศักดิ์ พลูเกษ อ้างโดย สุนันทา เกตุอดิศร 2535:18) อาจอธิบายโดยเริ่มจากปกติแสงที่เรามองเห็นมีความเร็วประมาณ 300,000 Km/sec และมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 500 – 700 nm. เมื่อแสงวิ่งผ่านกระจกตา ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่างๆกัน 5 ประเภท คือ Epithelium, Brownman's Membrane, Stroma, Descemet's Membrane และEndothelium เนื้อเยื่อเหล่านี้มีลักษณะโปร่งใสและไวต่อแสงมาก นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เชื่อมโยงกับระบบประสาทตา เมื่อแสงผ่านแก้วตาเข้าสู่เลนส์ตาก็จะถูกถูกโฟกัสลงบนจอตา ซึ่งเป็นส่วนที่รับแสงสว่างและเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงสว่างให้เป็นพลังงานเคมี บนจอภาพนี้ประกอบไปด้วยเซลล์หลายชนิดที่สำคัญมากคือ เซลล์ Rods และ Cones ซึ่งเป็นตัวรับแสง (Photoreceptor) เซลล์ Rods และ Cones จะเชื่อมโยงกับเซลล์ประสาท ซึ่งนำข้อมูลทั้งหมดส่งไปยังสมอง พื้นที่ผิวบนจอภาพเป็นส่วนสำคัญในการรับพลังงานควอนตัมของแสง และจำเป็นต้องมีการจำกัดปริมาณการกระตุ้นหรือปริมาณความเข้มของแสงด้วย ขณะที่แสงส่งมาถึงเซลล์ Rods และ Cones พลังงานเหล่านี้จะถูกส่งไปยังเซลล์ประสาทอย่างต่อเนื่องขนาด 50 – 60 Hz เพื่อทำให้ภาพเป็นแถบสีเดียวกัน จากนั้นจะถูกทำให้ช้าลงในส่วนของสมอง ทั้งนี้เพราะเซลล์สมองมีขีดจำกัดในการรับพลังงานจากแสง ด้วยเหตุนี้เองจึงใช้หลักการที่เรียกว่า กระพริบ หรือ flicker มาอธิบายขบวนการต่อต้านพลังงานแสงในช่วงที่เซลล์ประสาทสมองได้รับแสงกระตุ้น ตัวอย่างของการทดลองง่ายๆ ก็คือ การใช้แถบสีสีขาวและสีดำซึ่งหมุนได้ โดยหมุนอย่างช้าๆ ในช่วงแรกจะเห็นข้อแตกต่างกันเป็น 2 สี เมื่อเพิ่มความเร็วขึ้นก็จะเห็นลักษณะของการกระพริบ และเมื่อเพิ่มความถี่ให้เร็วขึ้นก็จะเห็นเป็นแถบสีเดียวกัน โดยเราเรียกความถี่ตรงที่การกระพริบหายไปว่า Critical Fusion Frequency หรือ CFF นักวิทยาศาสตร์พบว่า ในช่วงที่แสงไม่สลัวเกินไป ซึ่งหมายถึงช่วงเซลล์รับภาพ

แบบโคนในจอตาสามารถทำงานได้นั้น CFF แปรเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นของแสงที่ตกกระทบจอตา (log retina illuminance) (เลอสรร, 2531) และอาจต้องการความถี่สูงถึง 60 Hz. เพื่อที่จะทำให้มีความรู้สึกต่อเนื่อง ในทางตรงกันข้ามถ้าความเข้มข้นของแสงลดน้อยลง เช่น ในเวลากลางคืน ความสามารถของเซลล์รับภาพแบบโคนจะถูกกำจัดและยับยั้งไว้ จะสามารถรับความถี่ที่ต่ำกว่า

หลังจากจอตาได้รับความรู้สึกที่ถูกกระตุ้นแล้ว จะส่งความรู้สึกนี้ในรูปพลังงานไปยังเซลล์สมอง ในปัจจุบันได้มีการวัดปริมาณของพลังงานในรูปของไฟฟ้าที่เกิดขึ้นไปบนเซลล์ของ Rods และ Cones โดยวิธี Electroretinogram ซึ่งสามารถทราบได้ถึงลักษณะของคลื่นไฟฟ้าบนเซลล์ประสาทชนิดต่างๆ สำหรับคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนเซลล์ cones มักจะเรียกว่า "a – wave ERG" ลักษณะของคลื่นไฟฟ้านี้จะถูกส่งไปยังกลุ่มของเซลล์ประสาทหลายชนิด เช่นGanglion cells , geniculte neurons, Cortical neurons เมื่อคลื่นไฟฟ้าถูกส่งมาถึงสมองส่วน Cortex ก็จะทำให้เกิดเห็นภาพและเกิดการรับรู้ตอบสนองกับพลังงานที่ส่งเข้ามา อย่างไรก็ตาม คลื่นไฟฟ้าที่ส่งมาระหว่างเซลล์ Cones ถึงเซลล์ประสาทที่ สมองจะถูกยับยั้ง (delay) ให้ช้าลงหรือมีการปรับตัวให้ช้าลง เพื่อการเปรียบเทียบและการรับรู้ของสมอง ความถี่ที่มาถึงช่วงสมองนี้อาจลดลงจาก 60 Hz เหลือประมาณ 30 – 40 Hz ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเมื่อยล้า (Fatigue) จึงเข้ามาเกี่ยวข้องในช่างนี้ คือ การที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับความเค้น (Stress) จากสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจทำให้เกิดทั้ง Physical & Mental Fatigue ก็จะทำให้เกิดความล้าบริเวณของเซลล์สมอง ด้วยเหตุนี้เอง ความถี่ CFF จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการวัดความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน

ความถี่ ณ จุดเปลี่ยนที่ทำให้เห็นแสงกระพริบ นิ่งเป็นจุดเดียวกันเรียกว่า Critical Fusion Frequency หรือ CFF หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Flicker Value (ค่าที่แสงหยุดกระพริบ) หรือเป็นจุดที่เกิดการมองเห็นเป็นแสงสว่างอย่างต่อเนื่อง โดยไม่รู้สึกว่าเกิดการกระพริบขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบความเมื่อยล้า (ภาคสนาม) ที่ได้รับการยอมรับในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยทางด้านอาชีวอนามัย ก็คือ Flicker Instrument หลักการทำงานของเครื่องถูกออกแบบให้เข้ากับหลักการของ Critical Fusion Frequency โดยมีตัวควบคุมความเร็วในการหมุน Segment disk ซึ่งทำหน้าที่เพื่อเพิ่มหรือลดสัญญาณความถี่ของกระแสไฟให้อยู่ประมาณ 40 – 50 Hz จะทำให้เกิดการกระพริบของหลอดไฟ หรือจุดสีส้มในจอภาพ หรือทำให้มองไม่เห็นการกระพริบ ในกรณีที่ใช้วิธีเพิ่มความเร็วในการหมุน Segment disk ความถี่จะตรงกับความถี่ของคลื่นสมองส่วนที่รับรู้การเห็น ส่วนใหญ่จะใช้วิธีลดความเร็วในการหมุน Segment disk ลงที่ละน้อยๆ ซึ่งจะเที่ยงตรงกว่าการเพิ่มความถี่ขึ้นเรื่อยๆ ถ้าผู้ถูกทดสอบมีความผิดปกติทางสมองและร่างกายจะสามารถตอบสนองได้เร็ว แต่ถ้าผู้ถูกทดสอบมีความเมื่อยล้า ก็จะทำให้เกิดการตอบสนองช้าลง

นอกจากการใช้ Flicker Test เพื่อทดสอบความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นแล้ว นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยยังได้คิดค้นวิธีการวัดความเมื่อยล้าอื่นๆ อีก เช่น ทดสอบความเมื่อยล้าของสายตาโดยการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการปรับระยะภาพ ทดสอบความเมื่อยล้าของสายตาโดยการทดสอบความถี่ในการกระพริบของหนังตา ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าประสาทสัมผัสกับสมองส่วนกลางโดยใช้เครื่องแยกความรู้สึก 2 จุด (Two Touching – Points Discrimination Threashold Tester) ทดสอบความเมื่อยล้าของสมองโดยใช้กระดานสี (Color Calling Table) เป็นต้น

2.6 การทดสอบความเมื่อยล้า

การทดสอบ Flicker test ถือว่าเป็นวิธีการที่สำคัญในการตัดสินเกี่ยวกับความเหนื่อยล้าทางจิตใจและร่างกาย ยิ่งกว่านั้น การทดสอบ Flicker test ยังช่วยบอกให้ทราบถึงความตื่นตัวของระบบทั้งหมดของศูนย์กลางประสาท ซึ่งรวมถึงศูนย์กลางในการมองเห็น และการแปรผลค่า CFF ว่า ค่าปกติของ CFF จะอยู่ในช่วง 30 – 40 CPS ถ้าผู้ถูกทดสอบตอบสนองในความถี่สูง แสดงว่าไม่มีความเมื่อยล้า (ชมภู ศักดิ์ พูลเกษ และ Kaxutaka Kogi)

1) ก่อนการทดสอบ

สำหรับผู้ที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้เครื่อง จำเป็นที่จะต้องทำความคุ้นเคยกับการทำงานของตัวเครื่อง รวมถึงข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น วิธีการตรวจวัดค่าการกระพริบ Flicker value ความแตกต่างระหว่าง การกระพริบ flicker กับการหยุดกระพริบ fusion

2) สภาวะแวดล้อมในการทดสอบ

- ถ้าหากสภาวะแวดล้อมต่างๆ เป็นต้นว่า แสงสว่าง หากมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในระหว่างการทดสอบ ค่า flicker value ที่ได้มักจะไม่แน่นอน ดังนั้นจึงต้องพยายามหาทางหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงไปให้มากที่สุด
- สภาวะในการเปลี่ยนแปลงของผู้รับการทดสอบ การเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกาย และในเชิงจิตวิทยาเช่นกัน ย่อมทำให้ค่า flicker value ที่ได้ไม่แน่นอนไปด้วย ในกรณีที่ทำการทดสอบความเมื่อยล้าจากการทำงาน จึงควรที่จะทำการทดสอบภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกันและในท่วงท่าเดียวกันกับเวลาที่ทำงานจริงๆ

3) การทดสอบเป็นกลุ่ม

ถ้ามีการทดสอบกลุ่ม ควรที่จะทำการทดสอบภายในสภาวะเงื่อนไขเดียวกัน ตัวอย่าง เช่น เครื่อง 1 เครื่องสามารถตรวจคนได้ 5-10 คนในเวลา 10 นาที ถ้าหากว่าต้องมีการทดสอบจำนวนคนมากขึ้นกว่าเดิม ก็อาจทำให้ยากลำบากขึ้นที่จะได้ค่าที่ถูกต้อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางร่างกายหรือในเชิงจิตวิทยา ตามเวลาที่เปลี่ยนไป ดังนั้นในการทดสอบคนเป็นกลุ่ม จึงใคร่ขอแนะนำให้ใช้เครื่องหลาย ๆ เครื่อง เพื่อทำให้สามารถทดสอบได้หลายคนพร้อมกัน หรือ มิฉะนั้น ก็ต้องจัดกำหนดเวลา เพื่อให้สามารถทดสอบภายใต้สภาวะเงื่อนไขแบบเดียวกัน เช่น ทำการทดสอบในเวลาเดียวกันในสัปดาห์ต่อไป เป็นต้น

4) การบันทึกข้อมูลและการประมวลข้อมูล

เป็นการสมควรที่จะเอาเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องกันมาใส่เป็นข้อมูลด้วยกัน ตัวอย่าง เช่น สภาวะแวดล้อม สภาวะทางกายภาพ อาการความรู้สึกนึกคิดของผู้รับการทดสอบ หรือเรื่องอื่น ๆ ที่มีความสำคัญ และเพื่อที่จะให้เห็นความแปรเปลี่ยนของค่า Flicker value ได้ง่ายขึ้น อาจทำให้เป็นรูปกราฟเพื่อให้เห็นความผันแปรได้ง่ายขึ้น หรือทำให้เป็นรูป curve กระจายความถี่ frequency distribution curve เป็นต้น

2.7 ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่า Flicker value

1) ความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ สภาพร่างกาย นิสัยใจคอ อารมณ์ ระดับทักษะการทำงาน การมีประจำเดือน

2) การใช้ชีวิต ได้แก่ การกิน การสูบบุหรี่ การดื่ม การนอน การอาบน้ำ การเดินทาง

3) สภาวะแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ การระบายอากาศ เสียงดัง ความสว่าง

4) การทำงาน ได้แก่ ความหนักเบาของงาน ระยะเวลาการทำงาน อัตราความเร็วในการทำงาน ความสนใจในงาน การพัก ความแตกต่างของเวลาทำงาน ความแตกต่างของวันที่ทำงาน (วันหยุด) เนื้อหาสาระงานที่ทำ (การเรียน) เป็นงานที่อยู่กับที่ เป็นงานที่ต้องใช้แรง หรือเป็นงานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์

5) ทางจิตวิทยา ได้แก่ ความรู้สึกตัวเองเกี่ยวกับความเมื่อยล้า สภาวะจิตใจทนได้ถึงจุดไหนความตั้งใจ ความตรากตรำทางจิตใจ ความกระตือรือร้นในการทำงาน (การเรียน) ความผันแปรในจิตใจ และความรู้สึกผ่อนคลาย

6) อื่น ๆ ได้แก่ การใช้ยาเป็นต้น

2.8 การทดสอบและการตรวจสอบคุณภาพ

การตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้น (Screening Inspection) เป็นการตรวจสอบสินค้าแบบ 100 % วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและใช้กันทั่วไป เพื่อเป็นการหาของเสีย (Defective) จากกระบวนการผลิต แต่กระนั้นก็ยังไม่มั่นใจว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์เพราะวิธีนี้จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย (Monotony) และเป็นเหตุเกิดความเมื่อยล้า (Fatigue) และความตั้งใจ (Attention) ของพนักงานก็ลดลงเรื่อยๆ ตามลำดับ ในทางปฏิบัติไม่มีการตรวจสอบ วิธีการตรวจสอบทุกชิ้นจะเปลืองเงินและเวลามาก บางอย่างก็ไม่สามารถจะกระทำได้ 100% เช่น การตรวจสอบความคมของมีดโกน หรือสารเคลือบใบมีดทดสอบได้ก็ต้องใช้กับความร้อนซึ่งการทดสอบเหล่านี้จะทำลายผลิตภัณฑ์ วิธีการสุ่มตัวอย่างทดลองจึงเป็นวิธีที่นิยมทดสอบในกรณีที่ประกอบเป็นชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว

2.9 การจัดคนเข้าทำงาน (Staffing)

ในการจัดองค์การนั้นผู้บริหารได้จัดแบ่งสรรงานออกเป็นส่วนๆ พร้อมทั้งกำหนดความรับผิดชอบ และหน้าที่ของหน่วยงาน แต่ละหน่วยงานแต่ละตำแหน่งเอาไว้ ดังนั้นในเรื่องการจัดคนเข้าทำงานเราต้องระลึกเสมอว่าถ้าการวางตัวบุคคลผิดพลาด ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้องค์การล้มเหลวได้ แต่ถ้าหากเราจัดคนเข้าทำงานอย่างเหมาะสมจะทำให้องค์การเจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็วเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

1) การพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ (เกี่ยวกับพนักงาน)
   - พนักงานควรมีความพร้อมในการทำงานทั้งสภาพร่างกายและจิตใจ
   - พยายามลดความเครียดต่างๆ โดยการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเครื่องมือเครื่องใช้หรือสภาพการทำงานให้ดีขึ้น
   - เงินเดือนขั้นต่ำสำหรับงานชนิดนั้นๆ ต้องมีความยุติธรรม

2) การพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ (เกี่ยวกับสภาพการทำงานที่เหมาะสม)

- การให้แสงสว่าง อุณหภูมิ และการถ่ายเทอากาศที่เหมาะสม
- ขจัดอันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้นออกไปจากบริเวณงาน
- กำหนดบริเวณทำงานให้กว้างพอที่จะให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างสะดวก
- การให้บริการ เช่น ห้องน้ำ อ่างล้างมือ ห้องเก็บของ มีอย่างเพียงพอกับจำนวนพนักงาน
- ช่วงเวลาการทำงานไม่นานจนเกินไปและควรมีช่วงเวลาพักบ้างอย่างเหมาะสม

2.10 ความเครียด (Fatigue)

1) ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความเครียด

ในการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา จุดมุ่งหมาย คือ การพยายามหาวิธีการทำงานที่เร็วที่สุด ประหยัดที่สุด และก็ให้เกิดความเครียดแก่ร่างกายน้อยที่สุด ดังนั้น ก่อนอื่นต้องเข้าใจความหมายของคำว่า "ความเครียด" เสียก่อน (ผศ.รัชต์วรรณ และเนื้อโสม, 2528)

ความเครียดในความหมายเชิงอุตสาหกรรม หมายถึง

- ความรู้สึกเหนื่อย (Tiredness) ความเหนื่อยหรือความรู้สึกเหนื่อยเป็นความรู้สึกเฉพาะบุคคลซึ่งเกิดขึ้นตามปกติเนื่องจากทำงานเป็นระยะเวลานาน ไม่มีใครสามารถวัดปริมาณของความเหนื่อยได้ และในบางครั้งความเหนื่อยก็ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีระเลย บางคนอาจรู้สึกเหนื่อยแต่ก็สามารถทำงานต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่บางคนอาจรู้สึกปกติแต่ผลงานหรืออัตราการทำงานลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากผลความเครียดทางร่างกาย
- การเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกาย (Physiological Change) เมื่อกล้ามเนื้อและประสาททำงานไม่ประสานกันเท่าที่ควร เนื่องจากผลการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของร่างกายอันเนื่องมาจากการทำงาน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่างๆในการทำงาน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การถ่ายเทของอากาศ สภาพอากาศเป็นพิษ เครื่องป้องกันร่างกายต่างๆ เป็นต้น

2) องค์ประกอบซึ่งมีผลต่อความเครียด

มีองค์ประกอบต่างๆมากมายที่มีผลต่อความเครียดและระดับการทำงานของพนักงานในสภาพการทำงานและเครื่องจักรหนึ่งๆ ผลผลิตที่ได้ขึ้นกับความสามารถ และอัตราการทำงานของพนักงาน ซึ่งอัตราการทำงานนี้ยังขึ้นกับสภาพจิตใจหรือความตั้งใจทำงานของพนักงานอีกด้วย องค์ประกอบที่มีผลต่อความเครียดในการทำงาน คือ

- จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวันหรือต่อสัปดาห์ จากการศึกษาของ Health of Munition Workers Committee ในปี 1915 พบว่าถ้าลดชั่วโมงการทำงานจากเดิม 12 – 15 ชั่วโมง ลงมาเป็น 8 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้ผลผลิตต่อชั่วโมงของพนักงานเพิ่มขึ้น อันเป็นผลโดยตรงจากการลดความเครียดอันเนื่องมาจากการทำงานเป็นระยะเวลานาน

- ปริมาณและความถี่ในการพักเหนื่อย จากการศึกษาของ Taylor และ Vernon ถ้าให้พนักงานที่ต้องทำงานงานหนักมีเวลาพักมากขึ้น จะทำให้ผลผลิตต่อวันเพิ่มขึ้น บริษัทอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงนิยมให้มีเวลาพักสั้นๆ ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายด้วยเหตุผลดังกล่าว
- สภาพการทำงานต่างๆ เช่น แสงสว่าง ความร้อน การระบายอากาศและเสียงรบกวน
- ชนิดของงานที่ทำ งานในสายการผลิตแบบต่อเนื่อง ซึ่งพนักงานต้องทำงานชนิดเดียวกันซ้ำๆ เป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายและทำให้ผลผลิตลดน้อยลง

3) สภาพจิตใจที่มีผลต่อความเครียด

จากการศึกษาพนักงานที่ทำงานอยู่กับสายการผลิต พบว่า สภาพทางจิตใจมีส่วนก่อให้เกิดความเครียดและส่งผลถึงการทำงานได้ พอจะสรุปผลที่เกิดจากสภาพทางจิตใจได้ว่า

- การพักผ่อนมีผลต่อระดับการทำงาน
- สภาพทางครอบครัวหรือความสัมพันธ์ทางใจ มีผลโดยตรงต่อการทำงานของพนักงานสตรี
- ผลผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มช่วงเวลาพัก
- การชักจูงจากสาเหตุภายนอกมีผลต่อสภาพจิตใจของพนักงานทั้งในแง่บวกและลบ ซึ่งส่งผลสะท้อนถึงการทำงาน
- ความรู้สึกของพนักงานที่มีต่อนายจ้าง สภาพการทำงาน และสภาพทางครอบครัวเป็นตัวการสำคัญที่สุด ที่ควบคุมประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนะ สุพัฒสร. 2539. ได้วิจัยเรื่องการลดและควบคุมการสูญเสียในอุตสาหกรรมของเล่นไม้ จากการวิเคราะห์ปัญหาของโรงงานตัวอย่างพบว่า ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมีสาเหตุมาจากวิธีการทำงานและวิธีการตรวจสอบที่ผิด ตลอดจนไม่สามารถใช้ทรัพยากรการผลิตของโรงงานอันประกอบไปด้วย กำลังคน วัตถุดิบ เครื่องจักร และอุปกรณ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตโดยการวิเคราะห์ปัญหาแยกตามทรัพยากรการผลิต และกำจัดสาเหตุของความสูญเสียเหล่านั้น โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ของเสียต่อจำนวนชิ้นงานที่ผลิต และค่าเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซม ประเมินค่าความสูญเสีย จากการปรับปรุงพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ของเสียต่อจำนวนชิ้นงานที่ผลิตลดลงจาก 15.77 เป็น11.43 คิดเป็นอัตราการลดลง 27.52% ค่าเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมลดลงจาก 4.40 เป็น 1.45 คิดเป็นอัตราการลดลง 53.40%

มีชัย จันพิมาย และคณะ (2547). ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการลดความเมื่อยล้าทางสายตาโดยการนวดบริหารสายตาและการใช้ผ้าเย็นประคบตา ในผู้ปฏิบัติงานกับคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เป็นการศึกษาเชิงทดลองโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการลดความเมื่อยล้าทางสายจาทั้ง 3 วิธี คือ การใช้ผ้าเย็นประคบ การนวดบริหารสายตาและการพักสายตาตามปกติ พบว่าวิธีการลดความเมื่อยล้าทางสายตาได้ทั้ง 3 วิธี โดยการนวดบริหารสายตามีค่าความเมื่อยล้าทางสายตา (CFF) เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.29 การใช้ผ้าเย็นประคบมีค่าความเมื่อยล้าทางสายตา (CFF) เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.01 การพักสายตาแบบปกติมีค่าความเมื่อยล้า

ทางสายตา (CFF) เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.08 และเมื่อใช้สถิติ One – way ANOVA พบว่าผ้าเย็นประคบการนวดบริหารสายตาและการพักสายตาปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยความเชื่อมั่น 95% (F = 223.8) ดังนั้นการนวดตาและการพักสายตาแบบปกติมีประสิทธิภาพในการลดความเมื่อยล้าทางสายตาน้อยกว่าการใช้น้ำเย็นประคบ

สุรศักดิ์ จันทร์ประเสริฐ. 2539. ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาผลของระยะเวลาพักต่อการปรับกำลังขยายของแก้วตาของผู้ปฏิบัติงานกับกล้องจุลทรรศน์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยทำการศึกษาการปรับกำลังขยายของแก้วตาและความรู้สึกเมื่อยล้าสายตาเมื่อปฏิบัติงานครบ 0.5, 1, 1.5 และ 2 ชั่วโมงตามลำดับ และจัดการปรับกำลังการขยายของแก้วตาในระยะเวลาพักที่ 5, 10, 15 ละ 20 นาที ในวันแรก แล้วศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเดิมในวันที่สองโดยทำการวัดเช่นเดียวกัน แต่ในระยะเวลาพักนี้ ให้กลุ่มตัวอย่างพักตาโดยการปิดตาด้วยหน้ากากสีดำเบา ๆ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าระยะเวลาการปฏิบัติงานที่มากขึ้น ณ เวลา 0.5, 1, 1.5 และ 2 ชั่วโมง ทำให้ค่าการปรับกำลังขยายของแก้วตาและความรู้สึกเมื่อยล้ามีค่ามากขึ้นด้วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระยะเวลาพักหลังจากการปฏิบัติงานครบ 2 ชั่วโมงที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที ทำให้ค่าการปรับกำลังขยายตัวของแก้วตาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อัตถากรณ์ สิงห์น้อย. 2540. ได้วิจัยเรื่องการลดความบกพร่องของชิ้นส่วนและเวลาสูญเปล่าในสายการประกอบเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์นี้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้วิธีการทางวิศวกรรมอุตสาหการเป็นเครื่องมือในการดำเนินการ เช่น การศึกษาการทำงาน เป็นต้น ซึ่งจะทำการวิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาด้านทรัพยากรการผลิตอันประกอบไปด้วย เครื่องจักรและอุปกรณ์ กำลังคน วัตถุดิบ วิธีการทำงานหรือการบริหารงาน แล้วกำจัดสาเหตุของความสูญเสียนั้น พบว่าประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 32.5 เครื่อง / วัน / สายการผลิต เป็น 402 เครื่อง/ วัน / สายการผลิต ซึ่งเพิ่มขึ้น 23.69%

อัสรีย์ แวมะ และวาสนา ประทุมวัน (2546). ทำการศึกษาเรื่องความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานกับคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา บุคลากรคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นการศึกษาแบบกึ่งทดลอง โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการทำงานกับความเมื่อยล้าทางสายตาที่เกิดขึ้นและการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าทางสายตาระหว่างการพักสายตา แบบบริหารสายตา และไม่บริหารสายตา พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการทำงานกับค่าความเมื่อยล้าทางสายตา (CFF) มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อยในทิศทางตรงกันข้ามหรือแปรผกผัน (r = -0.241) ระยะเวลาการทำงานกับความรู้สึกเมื่อยล้ามีความสัมพันธ์กันเล็กน้อยในทิศทางแปรตามกัน (r = 0.187) และการพักสายตาแบบบริหารสายตาสามารถลดความเมื่อยล้าของสายตาและความรู้สึกเมื่อยล้าสายตาได้มากกว่าแบบไม่บริหารสายตา สามารถลดความเมื่อยล้าของสายตา แต่เมื่อทำการทดลองทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p – value > 0.05)

โอภาส จารุมณี. 2538. ได้วิจัยเรื่องการศึกษาผลกระทบจากการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ต่อสุขภาพตา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพตาของผู้ที่ใช้และไม่ได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้แบบสอบถามและการตรวจวัดตาด้วยเครื่องมือ Auto Refractometer และ Timut Vision Tester ผลจากการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มที่ใช้และไม่ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีภาวะโรคตาและความเมื่อยล้าสายตาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปัจจัยภาวะทางสายตา โรคตา ความเมื่อยล้าสายตากับเพศ อายุ จำนวนปีที่ทำงาน หน้าที่ความรับผิดชอบ ระยะเวลาการใช้สายตาในการอ่านหนังสือ ดูโทรทัศน์ และการทำงานอดิเรกไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ และอาการทางตาที่พบเมื่อใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไปแล้วประมาณ 2 ชั่วโมง คือ จะมีอาการแสบตา ระคายเคืองตา คันตา และเมื่อใช้สายตากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไปประมาณ 3 ชั่วโมง จะทำให้มีอาการปวดและปวดศีรษะได้ ดังนั้นควรใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ติดต่อกันเพียง 50 นาที และพัก 10 นาที หรือถ้าใช้ติดต่อกันนาน 2 ชั่วโมง ควรพักสายตา 15 นาที เพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อตา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 รูปแบบการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) ศึกษาการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าทางสายตาระหว่างการตรวจสอบชิ้นงาน แบบ A และแบบ B ศึกษาเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ได้และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากการตรวจสอบชิ้นงานทั้ง 2 วิธี

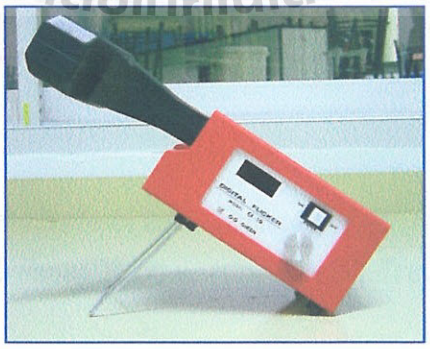
3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

เป็นการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ พนักงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครป ส่วนงานการผลิต แผนกประกอบชิ้นส่วน Connector (Line SD - IO) ณ บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด จำนวน 5 คน ปฏิบัติงานโดยการนั่งตรวจสอบชิ้นงาน รุ่น SD – IO ด้วยกล้องไมโครสโครป ยี่ห้อ Carton รุ่น dsz 44 กำลังขยาย 10X และ ยี่ห้อ CT brand กำลังขยาย 5X เป็นเวลา 8 ชม. /วัน เริ่มปฏิบัติงานเวลา 8.00 น. – 17.00 น. มีช่วงเวลาพักแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 10.00 น. – 10.10 น. 15.00 น. – 15.10 น. และพักเที่ยงเวลา 12.00 น. – 12.50 น.

โดยการตรวจสอบความเมื่อยล้าด้วยเครื่อง Flicker Test ทุก 45 ± 5 นาที ซึ่งแบ่งออกเป็น 11 ช่วงเวลา ดังนี้ 08.30, 09.15, 09.55, 11.00, 11.45, 12.50, 13.35, 14.25, 15.20, 16.05 และ 16.50 น. ตั้งแต่เริ่มงาน 8.30 น. ถึง 16.50.00 น.

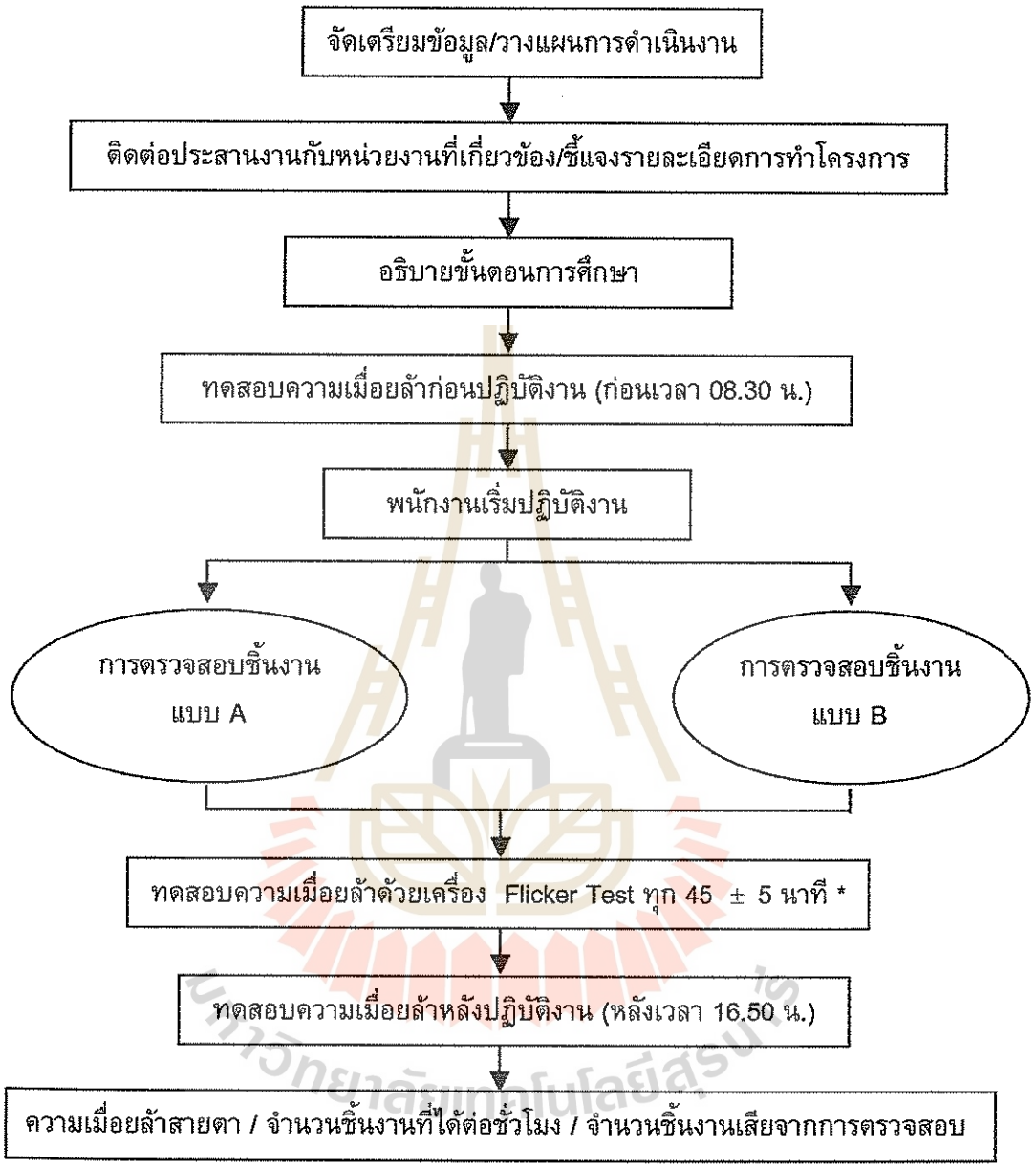
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป
2. แบบฟอร์มบันทึกจำนวนชิ้นงานที่ได้จากการตรวจสอบชิ้นงานและจำนวนชิ้นงานเสีย
3. เครื่องมือตรวจวัดความเมื่อยล้าสายตา FATIGUE TEST APPARATUS DIGITAL FLICKER ยี่ห้อ OG GIKEN รุ่น CE-ID



รูปภาพที่ 3-1 เครื่องมือตรวจวัดความเมื่อยล้าสายตา FATIGUE TEST APPARATUS DIGITAL FLICKER ยี่ห้อ OG GIKEN รุ่น CE-ID

3.4 ขั้นตอนการศึกษา



หมายเหตุ * หมายถึง การตรวจวัดค่า CFF ที่ช่วงเวลา 12.25 – 15.20 น. จะเป็นช่วงเวลาที่รวมเวลาการทำงาน (35นาที) เวลาพักที่เวลา 15.00 น. (10นาที) และหลังจากพักต้องทำงานอีก10 นาที

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิธีการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมด (ชิ้น) / ชั่วโมง

$$\text{จำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมด (ชิ้น/ชั่วโมง)} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดในเวลา 8 ชั่วโมง}}{\text{8 ชั่วโมง}}$$

2) วิธีการคำนวณจำนวนชิ้นงานเสีย (ชิ้น)

$$\text{จำนวนชิ้นงานเสีย (ชิ้น)} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานเสียทั้งหมดในเวลา 8 ชั่วโมง}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดในเวลา 8 ชั่วโมง}} \times 100$$

3) วิธีการวิเคราะห์ค่าความเมื่อยล้าทางสายตา (CFF)

เปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าของสายตา(CFF) ระหว่างการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และแบบ B ด้วยสถิติ Wilcoxon Singed – Rank Test

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของความเมื่อยล้าของสายตาจากการตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครปใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานแผนก Connector (Line SD-IO) จำนวน 5 คน

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 5 คน ร้อยละ 100 เป็นเพศหญิงทั้งหมด อายุโดยเฉลี่ยของผู้ปฏิบัติงานมีค่าเท่ากับ 25.2 ± 3.70 ปี ปฏิบัติงานในหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงาน Connector รุ่น SD-IO เป็นระยะเวลา 10.59 ± 3.37 เดือน

ตารางที่ 4-1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ลักษณะทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ระดับการศึกษา		
- มัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3)	3	60
- มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6)	1	20
- ปริญญาบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	-	-
- ปริญญาบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	1	20
- ปริญญาตรี	-	-
2. งานอดิเรก		
- ดูโทรทัศน์	5	100
- เล่นกีฬา	-	-
- เล่นเกมส์	-	-
- งานฝีมือ	-	-
- อื่น ๆ	-	-
3. ระดับความเมื่อยล้าสายตา		
- มากที่สุด	1	20
- มาก	2	40
- ปานกลาง	1	20
- เล็กน้อย	1	20
- ไม่รู้สึกเมื่อยล้าสายตา	-	-

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลักษณะทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
4. การสูบบุหรี่		
- ไม่สูบบุหรี่	5	100
- เคยสูบบุหรี่	-	-
- สูบบุหรี่	-	-
5. การดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์		
- ไม่เคยดื่ม	-	-
- เคยดื่ม	-	-
- ดื่มแต่นาน ๆ ครั้ง	5	100
- ดื่ม	-	-
6. การนอนหลับพักผ่อน		
- 3 – 4 ชั่วโมงต่อวัน	-	-
- 5 – 6 ชั่วโมงต่อวัน	-	-
- 7 – 8 ชั่วโมงต่อวัน	5	100
7. โรคประจำตัว		
- ไม่มีโรคประจำตัว	5	100
- มีโรคประจำตัว	-	-
8. การตรวจสมรรถภาพทางตา		
- ไม่เคย	5	100
- เคย	-	-
9. ปัญหาเกี่ยวกับสายตา		
- ไม่มี	5	100
- มี	-	-
10. อาการที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน		
- ไม่มี	-	-
- มี * • แสบตา	5	100
• เคืองตา	-	-
• คันตา	2	40
• ปวดตา	1	20
• ปวดหัว	-	-
11. ช่วงเวลาที่รู้สึกเมื่อยล้าสายตามากที่สุด		
- เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป	-	-
- เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป	5	100

หมายเหตุ * หมายถึง สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.2 ลักษณะสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าความเข้มแสงบริเวณปฏิบัติงานมีค่าเท่ากับ 796.00 ลักซ์ ความเข้มแสงบริเวณจุดมองชิ้นงานที่ฐานกล้องไมโครสโครปมีค่าเท่ากับ 8441.00 ลักซ์ ระดับความดังของเสียงมีค่าเท่ากับ 72.50 เดซิเบล(เอ) อุณหภูมิบริเวณปฏิบัติงานมีค่าเท่ากับ 25.55 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณปฏิบัติงานมีค่าเท่ากับ 55.00 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน

ลักษณะสภาพแวดล้อม	ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน *
ความเข้มแสงบริเวณปฏิบัติงาน (ลักซ์)	796.00	400
ความเข้มแสงจุดมองชิ้นงานที่ฐานกล้องไมสโครป (ลักซ์)	8441.00	400
ระดับความดังของเสียง (เดซิเบล)	72.50	90
อุณหภูมิบริเวณปฏิบัติงาน (องศาเซลเซียส)	25.55	45

หมายเหตุ * หมายถึง มาตรฐานอ้างอิงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546

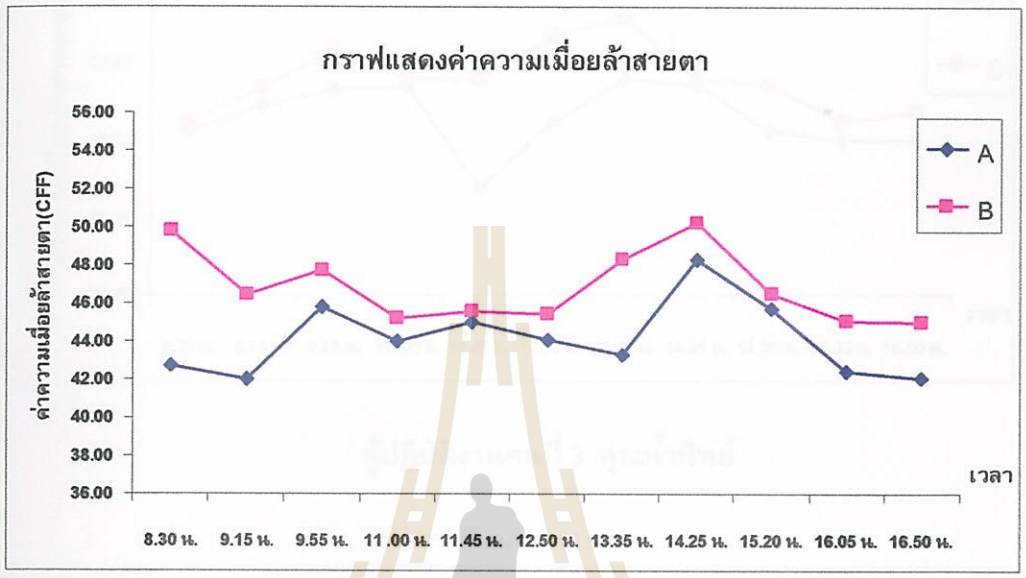
4.2 การเปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตาของวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

4.2.1 เปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

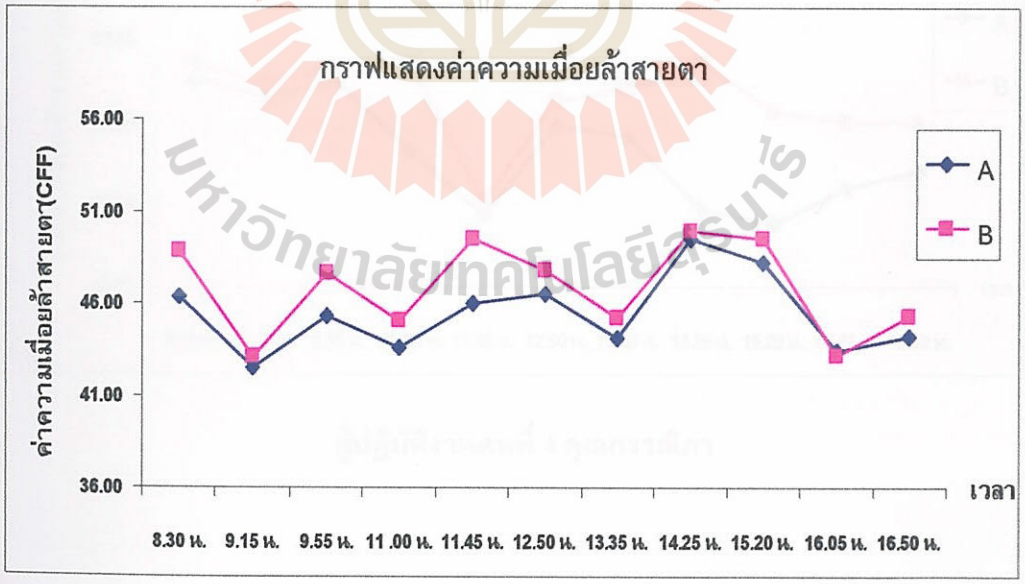
จากการเปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ด้วยวิธีการเขียนกราฟค่าความเมื่อยล้า (CFF) กับระยะเวลาที่ปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานด้วยวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B มีค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) น้อยกว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A ดังรูปภาพที่ 4 -1 และรูปภาพที่ 4 - 2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

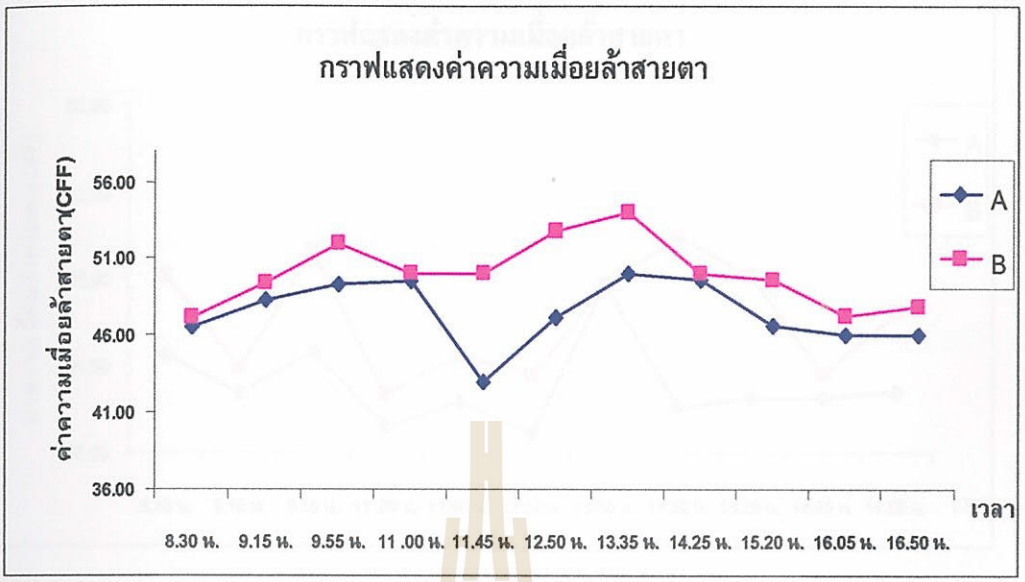
รูปภาพที่ 1 เปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตาของวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B



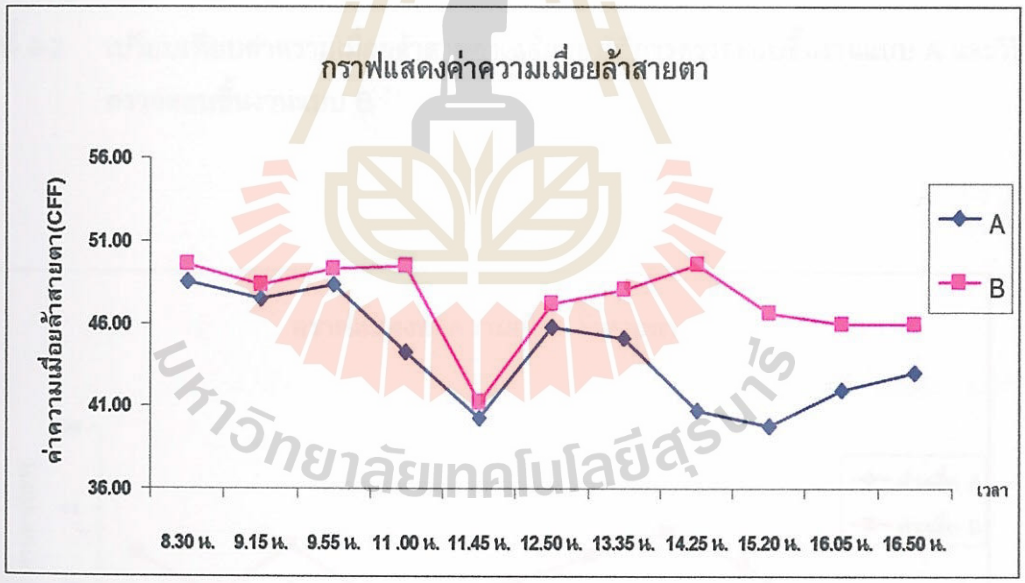
ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 1 คุณสุรีรัตน์



ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 2 คุณวงเดือน

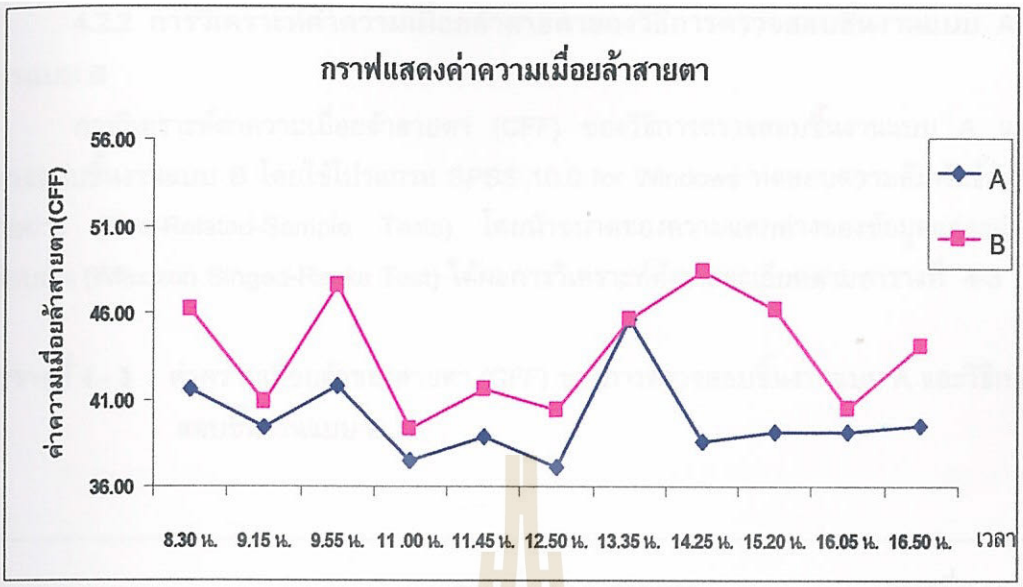


ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 3 คุณน้ำทิพย์



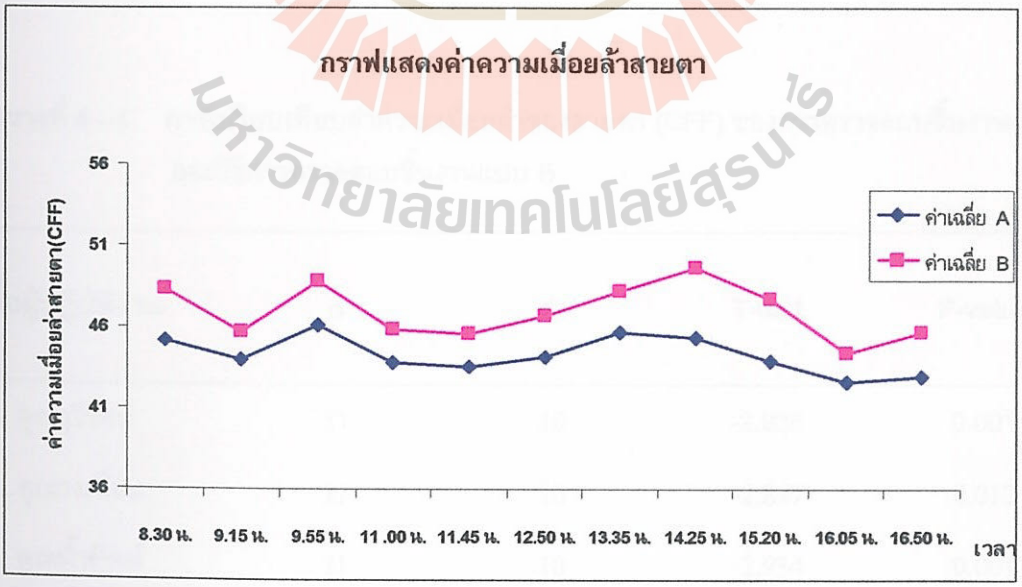
ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 4 คุณกรรณิกา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 5 คุณสาริกา

รูปภาพที่ 4-2 เปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตาเฉลี่ยของวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2 การวิเคราะห์ค่าความเมื่อยล้าสายตาของวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการแบบ B

การวิเคราะห์ค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ของวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B โดยใช้โปรแกรม SPSS 10.0 for Windows ทดสอบความสัมพันธ์กันของกลุ่มตัวอย่าง (Two-Related-Sample Tests) โดยนำขนาดของความแตกต่างของข้อมูลแต่ละคู่มาเปรียบเทียบกัน (Wilcoxon Singed-Ranks Test) ได้ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4 - 3 ค่าความเมื่อยล้าของสายตา (CFF) ของการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน	ค่าเฉลี่ย CFF จากการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A	ค่าเฉลี่ย CFF จากการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B
1. คุณสุรีรัตน์	44.13 ± 1.94	46.84 ± 1.90
2. คุณวงเดือน	45.42 ± 2.14	46.82 ± 2.53
3. คุณน้ำทิพย์	47.45 ± 2.13	50.02 ± 2.19
4. คุณกรรณิกา	44.11 ± 3.20	47.39 ± 2.49
5. คุณสาริกา	39.83 ± 2.39	43.70 ± 3.25

ตารางที่ 4 - 4 การเปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าของสายตา (CFF) ของการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน	n	df	T-test	P-value
1. คุณสุรีรัตน์	11	10	-2.936	0.001
2. คุณวงเดือน	11	10	-2.847	0.012
3. คุณน้ำทิพย์	11	10	-2.934	0.001
4. คุณกรรณิกา	11	10	-2.934	0.001
5. คุณสาริกา	11	10	-2.936	0.001

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้ผลการเปรียบเทียบดังรายละเอียดตามตารางที่ 4 - 5

ตารางที่ 4 - 5 เปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

วิธีการตรวจสอบชิ้นงาน	แบบ A (ชิ้น)	แบบ B (ชิ้น)
จำนวนชิ้นงานที่ได้ทั้งหมด / 8 ชั่วโมง	3292.00	3913.28
จำนวนชิ้นงานที่ได้ / ชั่วโมง	411.50	489.16

4.4 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้ผลการเปรียบเทียบดังรายละเอียดตามตารางที่ 4 - 6

ตารางที่ 4 - 6 เปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

วิธีการตรวจสอบชิ้นงาน	แบบ A (ชิ้น)	แบบ B (ชิ้น)
จำนวนชิ้นงานเสียทั้งหมด / 8 ชั่วโมง	155.50	73.96
% ชิ้นงานเสีย	5.40	2.16

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้ปฏิบัติงานแผนก Connector เพศหญิงทั้งหมด 5 คน มีอายุเฉลี่ย25.2 ± 3.7 ปี มีอายุการทำงานเฉลี่ย 10.59 ± 3.37 ปี มีระดับการศึกษาส่วนใหญ่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้ปฏิบัติงานทุกคนไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสายตา มีการตรวจสายตาก่อนเข้าทำงาน และนอนหลับพักผ่อนวันละ 7-8 ชั่วโมงต่อวัน ขณะปฏิบัติงานผู้ปฏิบัติงานร้อยละ 40 รู้สึกเมื่อยล้าสายตาในระดับมาก ผู้ปฏิบัติงานทุกคนมีอาการแสบตาและร้อยละ 40 มีอาการตันตา

5.1.2 ลักษณะทั่วไปของสภาพแวดล้อมในการทำงาน มีความเข้มแสงโดยเฉลี่ย 796 ลักซ์ อุณหภูมิในพื้นที่การทำงานเฉลี่ยโดยประมาณ 25 องศาเซลเซียส มีระดับความเข้มเสียง 72.5 เดซิเบล ในบริเวณพื้นที่การทำงานมีการระบายอากาศที่ถ่ายเทสะดวกไม่อับชื้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2546 แล้วพบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

5.1.3 การเปรียบเทียบค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ของผู้ปฏิบัติงานด้วยวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่าค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ด้วยวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A น้อยกว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P- value < 0.05)

5.1.4 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่า วิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A ได้จำนวนชิ้นงานทั้งสิ้น 3292.00 ชิ้น คิดเป็น 411.50 ชิ้นต่อชั่วโมง และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้จำนวนชิ้นงานทั้งสิ้น 3913.28 ชิ้น คิดเป็น 489.16 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังนั้นวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้จำนวนชิ้นงานมากกว่าวิธีการการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A

5.1.5 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมง ระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A มีจำนวนชิ้นงานเสียทั้งสิ้น 155.50 ชิ้น คิดเป็น 19.37 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อย 5.4 ชิ้นจากชิ้นงานที่ได้ทั้งหมด และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B มีจำนวนชิ้นงานเสียทั้งสิ้น 73.96 ชิ้น คิดเป็น 9.25 ชิ้นต่อชั่วโมงหรือคิดเป็นร้อย 2.16 ชิ้นจากชิ้นงานที่ได้ทั้งหมด

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

5.2.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง จากการสอบถามข้อมูลทั่วไป ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกเมื่อยล้าสายตาแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของช่วงอายุ ความเคยชินและความชำนาญในการตรวจสอบชิ้นงาน การนอนหลับพักผ่อน การใช้ชีวิตประจำวันและสภาพแวดล้อมทางครอบครัว

ขณะปฏิบัติงานผู้ปฏิบัติงานมีอาการแสบตา คันตา ปวดตา ปวดหัว อาจมีสาเหตุมาจากลักษณะการทำงานที่ต้องเพ่งสายตาตลอดระยะเวลา รวมทั้งบริเวณที่ปฏิบัติงานมีความเข้มของแสงที่สูงกว่ามาตรฐานมากเกินไป และผู้ปฏิบัติงานจะมีอาการดังกล่าวมากที่สุดเวลา 14.00 น.เป็นต้นไป เพราะเป็นช่วงเวลาบ่ายที่ผู้ปฏิบัติต้องใช้สายตาเพ่งมองชิ้นงานสะสมมานานหลายชั่วโมงนับจากเวลาเริ่มงานตอนเช้า ซึ่งอาการเหล่านั้นอาจรวมกับอาการง่วงด้วย

5.2.2 ลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงาน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2546 พบว่า

มีปริมาณความเข้มแสงโดยเฉลี่ย 796 ลักซ์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกฎหมายแล้วผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือมากกว่า 400 ลักซ์ แต่ความเข้มแสงที่ตรวจวัดได้นั้นมีปริมาณความเข้มแสงที่มากเกินไปอาจส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานมีอาการแสบตา คันตา ปวดตาได้

อุณหภูมิในพื้นที่การทำงานเฉลี่ยโดยประมาณ 25 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกฎหมายแล้วผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการผลิตชิ้นส่วนอิเล็คทรอนิกส์จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อป้องกันไม่ให้มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์

มีระดับเสียง 72.5 เดซิเบล เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอ้างอิงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2546 หมวด 3 เรื่อง เสียง พบว่าผ่านมาตรฐาน คือ น้อยกว่า 90 เดซิเบล

5.2.3 การเปรียบเทียบความเมื่อยล้าทางสายตา (CFF) ด้วยวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ด้วยสถิติ Wilcoxon Singed – Rank Test พบว่า ผู้ปฏิบัติงานทั้ง 5 คน มีค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) จากวิธีการตรวจสอบชิ้นงาน B น้อยกว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A เพราะวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B มีจำนวนจุดมองที่น้อยกว่า ค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) อาจขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการพัก เพราะเมื่อมีการพักอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเมื่อยล้าสายตาลดลงและอาจขึ้นอยู่กับกำลังขยายของกล้องไมโครสโครป หากกำลังขยายมากความเมื่อยล้าสายตาจะมากขึ้นตามไปด้วย

5.2.4 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานต่อชั่วโมงระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงาน แบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้จำนวนชิ้นงานมากกว่า อาจเนื่องจากวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B มีจำนวนจุดมองต่อคนน้อยกว่า แต่มีจำนวนผู้ปฏิบัติงานมากกว่า และหากผู้ปฏิบัติงานมีความชำนาญในวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B อาจส่งผลให้ได้จำนวนชิ้นงานที่มากขึ้น

5.2.5 การเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานเสียต่อชั่วโมงระหว่างวิธีการตรวจสอบชิ้นงาน แบบ A และวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B พบว่าวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ได้จำนวนชิ้นงานเสียน้อยกว่าหากผู้ปฏิบัติงานมีความชำนาญในวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B อาจส่งผลให้ได้จำนวนชิ้นงานเสียลดลง

5.3 อภิปรายวิธีดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ควบคุมความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้ผลการศึกษาถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของผลการศึกษาขึ้นได้จากกรณีศึกษาขั้นต่อไปนี้

5.3.1 ความคลาดเคลื่อนจากวิธีการตรวจวัด

ความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากการใช้เครื่องมือ APPARATUS DIGITAL FLICKER model CE-1D ผู้ทำการศึกษาได้ป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น โดยการทำความเข้าใจวิธีการวัดที่ถูกต้องกับกลุ่มตัวอย่างและฝึกวิธีการตรวจวัดก่อนการเก็บข้อมูลจริง ซึ่งเป็นการให้กลุ่มตัวอย่างหมุนปุ่มเครื่องมือในการตรวจวัดไปในทิศทางเดียวกันตลอดการศึกษา และผู้ทำการศึกษาได้หมุนปุ่มของเครื่องมือกลับไปเริ่มค่าเริ่มต้นทุกครั้งก่อนการตรวจวัดในแต่ละครั้ง และให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความเร็วในการหมุนสำเสมอมากที่สุด

ผู้ทำการศึกษาไม่สามารถควบคุมลักษณะงานให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติงานในสองวันที่ทำการตรวจวัดได้ อาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากช่วงของการตรวจวัด เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ทำการตรวจวัดค่า CFF หลังจากทำงานกับกล้องไมโครสโครปได้ในทันทีในบางช่วงเวลา

5.3.2 ความคลาดเคลื่อนจากบุคคล

ช่วงของความถี่แสงในจุดที่กระพริบและแสงต่อเนื่องเป็นจุดที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน อาจทำให้เกิดความผิดพลาดเมื่อต้องการจุดที่แสงมีความต่อเนื่องมากที่สุด ดังนั้นผู้ทำการศึกษาจึงได้ป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นโดย การอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างหมุนปรับค่าให้ได้แสงที่มีความต่อเนื่องมากที่สุดซึ่งไม่มีการกระพริบของแสงเลย อีกทั้งเนื่องมากจากกลุ่มตัวอย่างอาจใช้เวลาในการปรับและความตั้งใจในการปรับค่าที่ตรวจวัดของเครื่องมือไม่เท่ากันในแต่ละครั้งของการศึกษา นอกจากนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากช่วงเวลา ในวันแรกของการตรวจวัดกลุ่มตัวอย่างอาจมีความตื่นเต้นและยังไม่เคยชินกับเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด ค่าที่ได้อาจไม่เท่ากัน

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้

1. บริษัทฯ สามารถนำผลการศึกษาความเมื่อยล้าสายตาไปปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบชิ้นงานที่สามารถเพิ่มจำนวนชิ้นงานมากขึ้น มีจำนวนชิ้นงานเสียที่ลดลง และผู้ปฏิบัติงานมีความเมื่อยล้าสายตาลดลง

2. บริษัทฯ สามารถนำผลการศึกษาความเมื่อยล้าสายตาไปประยุกต์ใช้ในลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแผนกอื่นๆ ที่มีการปฏิบัติงานคล้ายคลึงกัน

5.5 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มระยะเวลาให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเคยชินกับลักษณะการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B ก่อนทำการตรวจวัดค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF)

2. ควรมีการศึกษาค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) ที่เกิดจากการตรวจสอบชิ้นงานทั้ง 2 วิธีให้มีจำนวนครั้งมากขึ้นก่อนนำผลมาเปรียบเทียบกัน

3. ควรมีการศึกษาในเรื่องการลดความเมื่อยล้าทางสายตาที่เหมาะสมกับการตรวจสอบชิ้นงานและไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานและจำนวนผลิตภัณฑ์

4. ควรทำการศึกษาความเมื่อยล้าสายตาที่เกิดขึ้นกับผู้ที่มีภาวะสายตาไม่ปกติ เช่น สายตาสั้น สายตายาว และสายตาเอียง ว่ามีผลต่อการความเมื่อยล้าสายตาต่างจากผู้ที่มีสายตาปกติอย่างไร

5. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาความเมื่อยล้าสายตาเมื่อใช้กล้องไมโครสโครป ยี่ห้อ Carton รุ่น dsz 44 กำลังขยาย 10X และ ยี่ห้อ CT brand กำลังขยาย 5X ตรวจสอบชิ้นงาน ควรมีการศึกษาครั้งต่อไปว่ากล้องไมโครสโครปรุ่นอื่นว่ามีผลต่อความเมื่อยล้าสายตาหรือไม่

6. ควรมีการศึกษาขนาดของชิ้นงานว่ามีผลต่อความเมื่อยล้าสายตาอย่างไร

7. ควรมีการศึกษาว่าอายุ และประสบการณ์ทำงานว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานหรือไม่

8. ควรมีการศึกษาลักษณะก้าวอี้ที่ถูกหลักเออร์โกโนมิกส์ ซึ่งทำให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ในการตรวจสอบชิ้นงานสามารถนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานได้อย่างไร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

ธวัชชัย วรพงศธร. (2543). **หลักการวิจัยทางสาธารณสุขศาสตร์**.ครั้งที่ 1.สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.,กรุงเทพมหานคร. หน้า 285.

ธวัชชัย วรพงศธร. (2543). **หลักการและวิธีใช้คอมพิวเตอร์ในงานสถิติเพื่อการวิจัย**. ครั้งที่ 4 โรงพิมพ์ 21 เซ็นจูรี่ จำกัด., กรุงเทพมหานคร.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2543). สถิติและระเบียบวิจัยในงานสาธารณสุข. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช., กรุงเทพมหานคร.

มีชัย จันพิมายและคณะ. (2547). **การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการลดความเมื่อยล้าทางสายตาโดยการนวดบริหารสายตาและการใช้ผ้าเย็นประคบตาในผู้ปฏิบัติกับคอมพิวเตอร์.** สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี., นครราชสีมา.

รัตน์วรรณ กาญจนปัญญาคมและเนื้อโสม ตั้งสัญชลี. (2528). **การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา.,** กรุงเทพมหานคร.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการ**คุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2546**

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2546). **สถิติเพื่อการวิจัย**. ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ บริษัท พิมพ์ดี จำกัด ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.,กรุงเทพมหานคร.

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ์. (2546). พื้นฐานการบริหารและระบบการผลิตในงานอุตสาหกรรม. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ., กรุงเทพมหานคร.

สุวิชาญ มนแพวงศานนท์. (2543). **วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS for Window**. ซีเอ็ดยูเคชั่น., กรุงเทพมหานคร.

สุรพงศ์ อำพันวงษ์. (2540). **เมื่อยตาปัญหาที่พบบ่อย**. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์.18 ม.ค. 47

สุรศักดิ์ จันทร์ประเสริฐ. (2539). **การศึกษาผลของระยะเวลาพักต่อการปรับกำลังขยายของแก้วตาของผู้ปฏิบัติงานกับกล้องจุลทรรศน์.** ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล., กรุงเทพมหานคร.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อัสรีย์ แวมะ และ วาสนา ประทุมวัน. (2546). **การศึกษาความเมื่อยล้าสายตาของผู้ปฏิบัติงานกับคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา:บุคลากรศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลรีสุรนารี.** สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะแพทยศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี., นครราชสีมา.

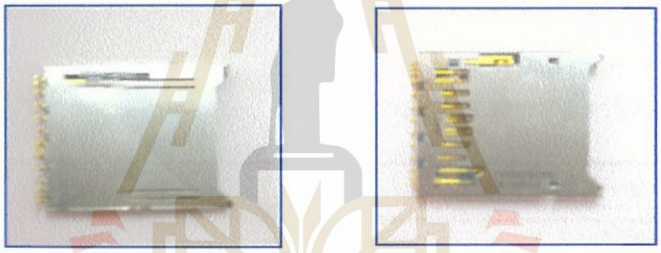
โอภาส จารุมณี. (2538). **ผลกระทบจากการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ต่อสุขภาพตา.**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่ ผ-1 แสดงลักษณะการทำงาน



รูปภาพที่ ผ-2 แสดงชิ้นงาน Connector รุ่น SD – IO ที่ใช้ในการตรวจสอบ

รูปภาพที่ ผ-3 แสดงวิธีการตรวจวัดความเมื่อยล้าของสายตา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล

แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เรื่อง การเปรียบเทียบความเมื่อยล้าสายตาที่เกิดจากการ ส่องกล้องไมโครสโครปตรวจสอบชิ้นงานแบบ A กับแบบ B

กรณีศึกษา: บริษัท มัตสุชิตะ อีเล็คทริค เวิร์คส์ (ขอนแก่น) จำกัด

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องไมโครสโครป ซึ่งข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะนำไปพิจารณาร่วมกับผลการตรวจวัดความเมื่อยล้าของสายตา
2. ขอความกรุณาท่านได้โปรดให้ความเห็น โดยตอบคำถามตามความเป็นจริงและตอบให้ครบทุกคำถาม เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด ทั้งนี้คำตอบที่ได้จากท่านจะถือว่าเป็นความลับ

ขอขอบพระคุณล่วงหน้าเป็นอย่างสูงในความร่วมมือตอบแบบสอบถามของท่าน

คณะผู้จัดทำโครงการศึกษา
สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

---

1. ชื่อ.....นามสกุล.....
2. อายุ..... ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
3. แผนก / ฝ่าย.....
4. ระดับการศึกษา ☐ ม.3 ☐ ม.6 ☐ ปวช. ☐ ปวส. ☐ ปริญญาตรี ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....
5. ท่านทำงานในหน้าที่นี้เป็นระยะเวลา.....ปี.....เดือน
6. ท่านทำงานในหน้าที่นี้ สัปดาห์ละ.....วัน วันละ.....ชั่วโมง
7. งานอดิเรกของท่าน คือ
   ☐ ดูโทรทัศน์ ☐ เล่นกีฬา ☐ งานฝีมือ
   ☐ เล่นเกมส์ ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....
8. ท่านรู้สึกเมื่อยล้าสายตาขณะตรวจสอบชิ้นงานมากน้อยเพียงใด
   ☐ รู้สึกเมื่อยล้ามากที่สุด ☐ รู้สึกเมื่อยล้ามาก
   ☐ รู้สึกเมื่อยล้าปานกลาง ☐ ไม่รู้สึกเมื่อยล้าน้อย
   ☐ ไม่รู้สึกเมื่อยล้า
9. ท่านสูบบุหรี่หรือไม่
   ☐ ไม่สูบ ☐ เคยสูบ เป็นเวลา.....ปี แต่เลิกสูบมาได้ประมาณ.....ปี
   ☐ สูบ สูบมานาน.....ปี สัปดาห์ละ.....มวน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

10. ท่านดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่

☐ ไม่เคยดื่ม

☐ เคยดื่ม แต่เลิกดื่มมานาน.....ปี ☐ ดื่ม ดื่มมานาน.....ปี สัปดาห์ละ.....ครั้ง

11. โดยเฉลี่ยแล้วท่านนอนหลับวันละ.....ชั่วโมง

12. ในแต่ละวันท่านนอนหลับพักผ่อนเพียงพอหรือไม่ ☐ ไม่เพียงพอ ☐ เพียงพอ

13. ลักษณะการนอนของท่านเป็นอย่างไร

☐ หลับสนิท ☐ หลับๆ ตื่นๆ ☐ หลับและฝัน

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

14. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

☐ ไม่มี

☐ มี (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ไมแกรน ☐ ธัยรอยด์ ☐ ปอด

☐ ตับ ☐ ไต ☐ หัวใจ

☐ เบาหวาน ☐ กระเพาะอาหาร ☐ ความดันโลหิตสูง

☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....

15. ท่านเคยตรวจสายตาหรือไม่

☐ ไม่เคย ☐ เคย ตรวจครั้งล่าสุดเมื่อ.....

16. ท่านเคยมีปัญหาเกี่ยวกับสายตาหรือไม่

☐ ไม่มี

☐ มี

☐ ต้อเนื้อ ☐ ต้อลม ☐ สายตาเอียง

☐ ต้อกระจก ☐ ตาแดง ☐ ตากุ้งยิง

☐ สายตาสั้น ☐ สายตายาว

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

17. ขณะปฏิบัติงานท่านมีอาการทางตาใดบ้าง

☐ ไม่มี

☐ มี

☐ แสบตา ☐ เคืองตา ☐ คันตา

☐ ปวดตา ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

18. ช่วงเวลาใดของวันที่ท่านรู้สึกเมื่อยล้าสายตามากที่สุด.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ผ-1 แสดงตัวอย่างตารางบันทึกค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF)

เวลา	ผู้ปฏิบัติงาน				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
8.30 น.					
9.15 น.					
9.55 น.					
พัก 20 นาที					
11.00 น.					
11.45 น.					
12.50 น.					
13.35 น.					
14.25 น.					
พัก 20 นาที					
15.20 น.					
16.05 น.					
16.50 น.					

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การทดสอบด้วยสถิติ Wilcoxon Singe – Rank Test

ตารางที่ ผ-2 ค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) จากวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ A

เวลา	ผู้ปฏิบัติงาน					Min	Max	$\bar{x}$	SD
	คุณสุรีรัตน์	คุณวงเดือน	คุณน้ำทิพย์	คุณกรรณิกา	คุณสาริกา				
8.30 น.	42.70	46.30	46.50	48.50	41.60	41.60	48.50	45.12	2.87
9.15 น.	42.00	42.50	48.30	47.50	39.40	39.40	48.30	43.97	3.81
9.55 น.	45.80	45.30	49.30	48.30	41.80	41.80	49.30	46.10	2.98
11.00 น.	44.00	43.60	49.50	44.20	37.50	37.50	49.50	43.76	4.25
11.45 น.	45.00	46.00	43.00	40.30	38.80	38.80	46.00	42.62	3.05
12.50 น.	44.10	46.50	47.20	45.80	37.10	37.10	47.20	44.14	4.10
13.25 น.	43.30	44.10	50.00	45.10	45.60	43.30	50.00	45.62	2.61
14.25 น.	48.30	49.50	49.60	40.70	38.60	38.60	49.60	45.34	5.27
15.20 น.	45.70	48.20	46.60	39.80	39.10	39.10	48.20	43.80	4.15
16.05 น.	42.40	43.40	46.00	42.00	39.10	39.10	46.00	42.58	2.49
16.50 น.	42.10	44.20	46.00	43.00	39.50	39.50	46.00	42.96	2.42
Min	42.00	42.50	43.00	39.80	37.10				
Max	48.30	49.50	50.00	48.50	45.60				
$\bar{x}$	44.13	45.42	47.45	44.10	39.83				
SD	1.94	2.14	2.13	3.20	2.39				

หมายเหตุ ทำการศึกษาวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ผ-3 ค่าความเมื่อยล้าสายตา (CFF) จากวิธีการตรวจสอบชิ้นงานแบบ B

เวลา	ผู้ปฏิบัติงาน					Min	Max	$\bar{x}$	SD
	คุณสุรีรัตน์	คุณวงเดือน	คุณน้ำทิพย์	คุณกรรณิกา	คุณสาริกา				
8.30 น.	49.80	48.80	47.20	49.60	46.15	46.15	49.80	48.31	1.58
9.15 น.	46.40	43.10	49.40	48.30	40.90	40.90	49.40	45.62	3.56
9.55 น.	47.70	47.60	52.00	49.30	47.55	47.55	52.00	48.83	1.92
11.00 น.	45.20	45.10	50.00	49.50	39.30	39.30	50.00	45.82	4.31
11.45 น.	45.60	49.50	50.00	41.20	41.60	41.20	50.00	45.58	4.18
12.50 น.	45.40	47.80	52.80	47.20	40.40	40.40	52.80	46.72	4.47
13.25 น.	48.30	45.20	54.00	48.00	45.65	45.20	54.00	48.23	3.51
14.25 น.	50.20	49.20	50.00	49.60	48.40	48.40	50.20	49.62	0.72
15.20 น.	46.50	49.50	49.60	46.60	46.15	46.15	49.60	47.67	1.72
16.05 น.	45.10	43.20	47.30	46.00	40.50	40.50	47.30	44.42	2.65
16.50 น.	45.00	45.30	47.90	46.00	44.05	44.05	47.90	45.65	1.44
Min	45.00	43.10	47.20	41.20	39.30				
Max	50.22	49.90	54.00	49.60	48.40				
$\bar{x}$	46.87	46.82	50.02	47.39	43.70				
SD	1.90	2.53	2.19	2.49	3.25				

หมายเหตุ ทำการศึกษาวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ.2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ผ-4 แสดงการทดสอบด้วยสถิติ Wilcoxon Singe – Rank Test

1) คุณสุรีรัตน์

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
B - A	Negative Ranks	0[a]	.00	.00
	Positive Ranks	11[b]	6.00	66.00
	Ties	0[c]		
	Total	11		

a. B < A

b. B > A

c. A = B

Test Statistics[b]

	B - A
Z	-2.936[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

2) คุณวงเดือน

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
B - A	Negative Ranks	1[a]	1.00	1.00
	Positive Ranks	10[b]	6.50	65.00
	Ties	0[c]		
	Total	11		

a. B < A

b. B > A

c. A = B

Test Statistics[b]

	B - A
Z	-2.847[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3) คุณน้ำทิพย์

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
B - A	Negative Ranks	0[a]	.00	.00
	Positive Ranks	11[b]	6.00	66.00
	Ties	0[c]		
	Total	11		

a. B < A

b. B > A

c. A = B

Test Statistics[b]

	B - A
Z	-2.934[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

4) คุณกรรณิกา

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
B - A	Negative Ranks	0[a]	.00	.00
	Positive Ranks	11[b]	6.00	66.00
	Ties	0[c]		
	Total	11		

a. B < A

b. B > A

c. A = B

Test Statistics[b]

	B - A
Z	-2.934[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5) คุณสาริกา

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
B - A	Negative Ranks	0[a]	.00	.00
	Positive Ranks	11[b]	6.00	66.00
	Ties	0[c]		
	Total	11		

a. B < A

b. B > A

c. A = B

Test Statistics[b]

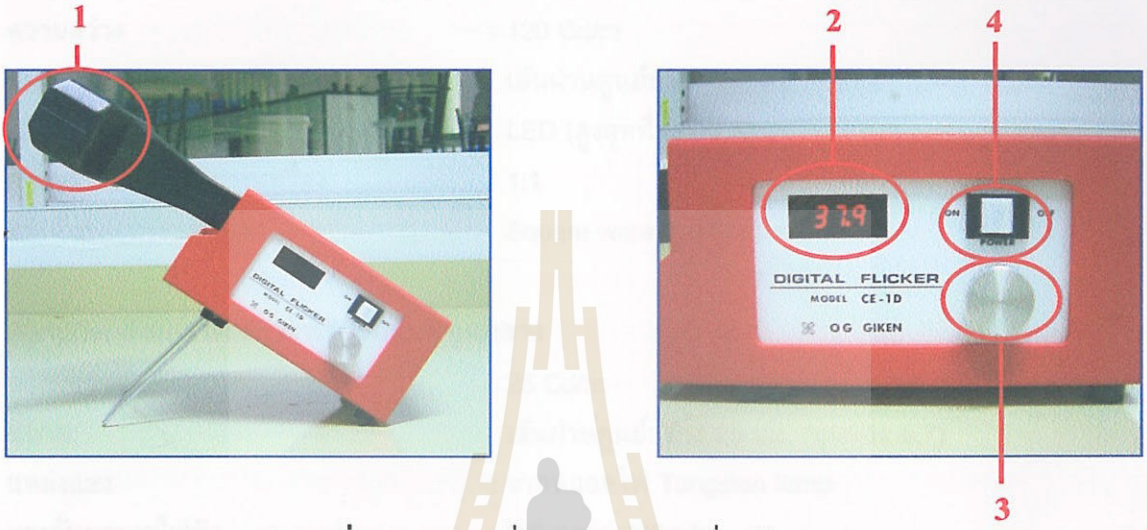
	B - A
Z	-2.936[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องทดสอบความเมื่อยล้าของสายตา
(APPARATUS DIGITAL FLICKER MODEL CE-IO)



รูปภาพที่ ผ-4 แสดงเครื่องทดสอบความเมื่อยล้าของสายตา

1. Eye Hood (ช่องมอง)
2. Flicker Frequency Display Frequency (หน้าจอแสดงค่าของคลื่นการกระพริบ Flicker ที่อ่านได้)
3. Flicker Frequency Variation Knob Frequency (ปุ่มหมุนเพื่อปรับค่าคลื่นการกระพริบ Flicker)
4. Power Source Switch (ปุ่มสวิทซ์ปิด – เปิดเครื่อง)
5. Central Light Brightness Adjustment (ปุ่มสำหรับหมุนปรับค่าความสว่างของแสงตรงจุดกลาง)
6. Lamp Holder (ช่องใส่หลอดไฟ)
7. Peripheral Light Brightness Adjustment (ปุ่มสำหรับหมุนปรับค่าความสว่างของแสงตรงที่ล้อมรอบจุดกลาง)
8. Terminal for AC Adaptor (ช่องสำหรับใส่ AC Adaptor)
9. Brightness Check Current Meter (มิเตอร์สำหรับตรวจดูค่าความสว่าง)
10. Bright Check Switch (สวิทซ์แบบปุ่มเลื่อน สำหรับเลือกดูค่าความสว่าง)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Specification

Flicker Spot	: จุดกระพริบ
ช่องคลื่นการกระพริบ	: 27-5505 Hz
หน้าจอบอกความถี่ที่เริ่มหยุดการกระพริบ	: หน้าจอเป็นแบบมิเตอร์ (โดยมีการ Calibration ไว้ที่ 0.5 Hz)
ความสว่าง	: 120 Cd/m
ขนาด	: เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 มม. (มุมมอง 0.46)
แหล่งแสงเป็น	: LED (สูงสุดที่ 5600 A)
อัตราส่วนประสิทธิภาพเครื่อง	: 1:1
แรงดันของกระแสไฟฟ้า	: Square ware, สูงสุด 20mA

Peripheral area แสงกระพริบรอบ ๆ จุดกลาง

ความสว่าง	: 25 Cd/m
ขนาด	: เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. (มุมมอง 5.7)
แหล่งแสง	: จากหลอดไฟ Tungsten lamp
แรงดันกระแสไฟฟ้า	: DC,สูงสุด 200mA
กำลังไฟฟ้า	: DC 6V Dry Battery (UM – 3, 1.5 V) 4 ก้อน หรือใช้ AC adaptor
ช่องมอง Eye Hood	: ทำจากพลาสติกที่สามารถทอดออกได้
ความลาดเอียงของขาตั้ง	: ประมาณ 35
ขนาด	: 155 x 325 x 70 มม.
น้ำหนัก	: 0.85 กิโลกรัม (ไม่รวมก้อนแบตเตอรี่)

ข้อแนะนำในการใช้

1. การตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนการใช้งานดังนี้
   - ก้อนแบตเตอรี่ 4 ก้อน
   - หลอดไฟ Midget lamp 1 หลอด
2. ปรับช่องมอง Eye Hood ดังแบบที่แสดงไว้ดังรูปภาพ
3. ให้ปิดสวิทซ์ไฟที่ตัวเครื่องก่อนแล้วเอาแบตเตอรี่ 4 ก้อนใส่เข้าไปในช่องใส่อยู่ตรงกลางของตัวเครื่อง ต้องใส่ก้อนแบตเตอรี่ให้ถูกขั้ว ต้องระวังอย่าใส่ผิดขั้ว ในกรณีไม่ใช้เครื่อง หรือ กรณีที่มีการใช้ AC adaptor (เป็น option) ให้เอาก้อนแบตเตอรี่ออกจากตัวเครื่องเพื่อป้องกันมิให้ก้อนแบตเตอรี่เกิดการแตกรั่ว
4. เมื่อกดสวิทซ์ไปยัง "ON" เครื่องจะเริ่มจ่ายไฟทันที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. การตรวจสอบและการปรับตัวเครื่อง

- การตรวจสอบแหล่งกำลังไฟฟ้า โดยให้เลื่อนปุ่มสวิทซ์ตรวจสอบความสว่างไปที่ "BATT" แล้วตรวจดูให้แน่ใจว่า เข็มมิเตอร์ตรวจวัดความสว่างอยู่ตรงช่อง การตรวจสอบและปรับความสว่าง"BATT" หรือไม่ ถ้าไม่ได้อยู่ภายในบริเวณ"BATT"ให้เปลี่ยนก้อนแบตเตอรี่ได้เลย แสดงว่าแบตเตอรี่เดิมไฟหมดแล้ว

- การทดสอบและปรับความสว่าง โดยเลื่อนปุ่มสวิทซ์ตรวจสอบความสว่างไปไว้ที่ "C" และ "P" ตามลำดับ เพื่อดูว่าขั้วมิเตอร์ชี้ไปตรงกับอักษร "C" หรือ "P" หรือไม่ ถ้าเข็มไม่ชี้ตรงพอดี ให้ใช้ไขควงหัวแบน เพื่อหมุนปรับความสว่าง Central light (แสงตรงจุดกลาง) หรือ peripheral (แสงรอบๆจุดกลาง) เพื่อให้เข้มมิเตอร์ชี้อย่างถูกต้องตรงกัน

6. การทดสอบและปรับความสว่าง โดยผู้รับการทดสอบจะต้องเอาหน้าแนบกับช่องมอง โดยให้ตาทั้งสองข้างจ้องไปยังแสงตรงจุดกลางและค่อยๆหมุนปรับความถี่ของแสงกระพริบ(ถ้าหมุนตามเข็มนาฬิกาความถี่จะเพิ่มขึ้น ถ้าหมุนทวนเข็มนาฬิกาความถี่ของแสงจะกระพริบน้อยลง) ให้พยายามหาจุดแบ่งซึ่งอยู่ระหว่างช่วงที่ดูแล้วแสงยังกระพริบยังช่วงที่ดูแล้วแสงหยุดกระพริบ หลังจากที่สามารถหาจุดแบ่ง (Dividing point) ได้แล้วให้ละมือออกจากปุ่มหมุน แล้วอ่านค่า Flicker Value ที่ตรงหน้าจอแสดงความถี่ของการกระพริบ (the flicker frequency display) * ขาตั้งสามารถใช้ในการทดสอบเพื่อให้อยู่ในท่าที่พอเหมาะกับผู้รับการทดสอบ

7. หลังการทดสอบให้ปิดสวิทซ์ที่ตัวเครื่อง ถ้าไม่ปิดไฟตัวเครื่องแบตเตอรี่จะหมดอย่างรวดเร็ว

ข้อจำกัด

ค่า CFF นั้นไม่สามารถกำหนดได้ในแต่ละบุคคล เพราะมีตัวแปรมากที่ทำให้การตอบสนองเปลี่ยนไปดังต่อไปนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น อายุ เพศ สภาพร่างกาย นิสัย อารมณ์ ระดับ ทักษะการดำเนินงาน การมีประจำเดือน
2. การใช้ชีวิต เช่น การกิน การนอน การอาบน้ำ การเดินทาง
3. สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การระบายอากาศ เสียงดัง ความสว่าง
4. การทำกิจกรรม เช่น ความหนักเบาของกิจกรรม ระยะเวลาการทำกิจกรรม อัตราความเร็วในการทำกิจกรรม ความสนใจในการทำกิจกรรม การพัก ความแตกต่างของเวลาการทำกิจกรรม ความแตกต่างของวันที่ทำกิจกรรม เนื้อหาสาระของการทำกิจกรรม
5. ทางจิตวิทยา เช่น ความรู้สึกเกี่ยวกับความเมื่อยล้า สภาวะจิตใจ ความทน ความตั้งใจ ความตรากตรำทางจิตใจ ความกระตือรือร้นในการทำงาน ความรู้สึกเครียด หรือผ่อนคลาย
6. อื่นๆ เช่น การใช้ยา เป็นต้น

ปัจจัยดังกล่าวสามารถทำให้ค่า CFF ของแต่ละคนเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาของชมพูศักดิ์และ Kaxutaka Kogi ได้แนะนำการแปรผลค่า CFF ว่าค่าปกติของ CFF จะอยู่ในช่วง 30 – 40 CPS ถ้าผู้ถูกทดสอบตอบสนองในความถี่สูงแสดงว่าไม่มีความเมื่อยล้า แต่ถ้าทดสอบแล้วต่ำกว่า 30 CPSก็อาจถือได้ว่ามีปัญหาด้านความเมื่อยล้า

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวสุภัสสร ปราสาทกลาง
วัน เดือน ปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2525
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนบุญวัฒนา, พ.ศ.2537 – 2542
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น – ปลาย
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, พ.ศ. 2544 – 2547
	วิทยาศาสตรบัณฑิต(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชื่อ	นางสาวสุภาภรณ์ คำลี
วัน เดือน ปีเกิด	10 ธันวาคม พ.ศ.2525
สถานที่เกิด	จังหวัดอุทัยธานี
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนลานสักวิทยา อุทัยธานี, พ.ศ.2538 – 2543
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น – ปลาย
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, พ.ศ. 2544 – 2547
	วิทยาศาสตรบัณฑิต(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

ชื่อ	นางสาวอ้อยทิพย์ วงษ์แก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	10 ธันวาคม พ.ศ.2525
สถานที่เกิด	จังหวัดปราจีนบุรี
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนมณีเสาวตรีอุปถัมภ์, พ.ศ.2538 – 2543
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น - ปลาย
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, พ.ศ. 2544 – 2547
	วิทยาศาสตรบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

ชื่อ	นางสาวเรืองรอง นาหมีด
วัน เดือน ปีเกิด	5 กันยายน 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดนครพนม
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนศรีบัวบานวิทยาคม พ.ศ.2538 – 2543
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น - ปลาย
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, พ.ศ. 2544 – 2547
	วิทยาศาสตรบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี