การประเมินความล้าทางจิตใจของงานตรวจสอบ:
กรณีของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

นางสาววนิดา ชัยชโลธร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

พ.ศ. 2537

ISBN-974-548-340-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 15285394X

EVALUATION OF MENTAL FATIGUE FROM AN INSPECTION TASK: A CASE OF AN ELECTRONIC PARTS ASSEMBLY PLANT

Miss Wanida Chaichalotorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Industrial Engineering
Graduated School
Chulalongkorn University
1994

ISBN-974-584-340-7

Thesis Title	Evaluation of Mental Fatigue of an Inspection Task: A Case of an Electronic Parts Assembly Plant
By	Miss Wanida Chaichalotorn
Department	Industrial Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Kitti Intaranont, Ph. D.
Thesis Co-Advisor	Kamiel Vanwonterghem, Ph. D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree/

..... Dean of Graduate School
(Professor Thavorn Vajrabhaya , Ph. D.)

Thesis Committee

..... Chairman
(Associate Professor Charoon Mahittafongkul)

..... Thesis Advisor
(Associate Professor Kitti Intaranont, Ph. D.)

..... Thesis Co-advisor
(Kamiel Vanwonterghem, Ph. D.)

..... Member
(Associate Professor Ratree Sudsuang, Ph. D.)

..... Member
(Assistant Professor Chuvej Chansa-ngavej, Ph. D.)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

วนิดา ชัยชโลธร : การประเมินความล้าทางจิตใจของงานตรวจสอบ:กรณีของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (EVALUATION OF MENTAL FATIGUE OF AN INSPECTION TASK: A CASE OF AN ELECTRONIC PARTS ASSEMBLY PLANT) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร.กิตติ อินทรานนท์ . อ.ที่ปรึกษาร่วม : KAMIEL VANWONTERGHEM, Ph.D.. 83 หน้า
ISBN 974-584-340-7

งานตรวจสอบ เป็นงานจิตพิสัยที่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากงานตรวจสอบนั้นเมื่อพนักงานรับข้อมูลเข้ามาแล้วต้องทำการแปลงข้อมูล และเมื่อพบสิ่งที่ผิดปกติก็ต้องทำการตัดสินใจดำเนินการ งานชนิดนี้เป็นงานที่ซ้ำซากและน่าเบื่อหน่ายซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของพนักงานและยังเพิ่มความล้าทางจิตใจของพนักงานด้วย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการตอบสนองของคนงานที่ทำงานตรวจสอบในโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความล้าของพนักงานกับการปฏิบัติงานของพนักงานนั้น 2) เปรียบเทียบความล้าสะสมทางจิตใจของพนักงานระหว่างกะเช้าและกะกลางคืน วิธีกำหนดความเร็วในการทำงาน และวิธีกำหนดการพักสองวิธี 3) พัฒนาเกณฑ์ในการประเมินความล้าซึ่งรวมทั้งภาระงานในสภาพการทำงานจริง

ในการการวิจัยนี้ศึกษาการทำงานในกะเช้าและกะกลางคืน โดยแปรวิธีกำหนดการพัก 2 วิธี ได้แก่ แบบที่ใช้ปัจจุบัน (R1) และแบบที่จัดขึ้นใหม่ (R2) โดยมีเวลาพักรวมเท่าเดิม การศึกษานี้วัดความล้าทางจิตใจของพนักงานหญิงจากแผนกตรวจสอบ 3 คน โดยใช้เครื่องวัดความล้าทางสายตา เครื่องวัดระยะเวลาตอบสนองและแบบสอบถามความล้า ข้อมูลจากการทำงานเป็นระยะเวลานานสามารถวัดได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยทดลองวัดจากพนักงาน 1 คน การทดสอบวิเคราะห์ผลทำได้โดยวิธีทางสถิติและการประยุกต์ทฤษฎีฟัซซีเซ็ต

ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า วิธีกำหนดการพักและกะการทำงานมีผลกระทบต่อระดับความล้าทางจิตใจของพนักงาน โดยกะการทำงานที่พักแบบ R1 มีระดับความล้าสูงกว่าการพักแบบ R2 สำหรับการทำงานเป็นกะนั้นพบว่า การทำงานในกะกลางคืนมีระดับความล้าสูงกว่าการทำงานในกะเช้า ส่วนการกำหนดความเร็วในการทำงานโดยใช้เครื่องจักรอุปกรณ์นั้นควรทำการทดลองแยกออกจากการทดลองนี้ เนื่องจากการเปลี่ยนทัศนคติของคนงานจากการกำหนดความเร็วด้วยตนเองมาเป็นเครื่องจักรต้องอาศัยเวลา ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการศึกษานี้ นอกจากนี้ยังพบว่า การทำงานเป็นระยะเวลานานก่อให้เกิดความล้าสะสมต่อพนักงานตรวจสอบและยังลดสมรรถนะในการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่วนเกณฑ์การประเมินความล้านั้นพบว่า เครื่องวัดความล้าทางสายตาเป็นเกณฑ์ในการประเมินความล้าทางจิตใจที่เหมาะสมที่สุด

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต วนิดา ชัยชโลธร
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2536 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C416367 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: MENTAL FATIGUE / INSPECTION TASK / COGNITIVE TASK / VIGILANCE TASK
WANIDA CHAICHALOTORN : EVALUATION OF MENTAL FATIGUE OF AN INSPECTION TASK: A CASE OF AN ELECTRONIC PARTS ASSEMBLY PLANT. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. KITTI INTARANONT, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : KAMIEL VANWONTERGHEM, Ph.D. 83 pp. ISBN 974-584-340-7

Inspection task is a cognitive task requiring high vigilance since the inspector has to interpret incoming information and make decision when an unusual phenomenon is encountered. This task consists of characteristics of monotonous, continuing repetitive and boring activities which may affect the inspection performance and increase mental fatigue.

The research was aimed at 1) studying responses of workers who perform an inspection task on electronic parts and investigate correlation between workers' fatigue and inspection performance, 2) comparing cumulative mental fatigue signs of workers between two shifts and paced-condition with two types of rest allowances, and 3) developing fatigue evaluating criteria which include work stresses in real work situation.

The study was done between two shifts, morning and night, and two rest allowances (R1) and the defined one (R2). Three operators were measured for mental fatigue two times a day, before work and after work, using critical flicker fusion frequency, reaction time and a subjective scaling questionnaire. To get more details on prolonged work, electromyography and heart rate measurement were introduced for use on one subject. The results were analysed by statistical methods and the fuzzy set theory.

The conclusion of the study, from fuzzy analysis, was that rest allowances and shift works resulted in high effects on mental fatigue level of workers. Working with R1 schedule had higher mental fatigue level than R2 schedule. Night shift work also had higher mental fatigue than morning shift work. Machine-paced was recommended for experimentation in a separate study because it needed time to change the workers' attitude, but this study had limited time. It was also concluded that prolonged work in inspection task caused cumulative fatigue and decreased the worker's muscle efficiency. CFF was the most effective criterion for mental fatigue evaluation in this work situation.

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต วนิดา ชัยชโลธร

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2536 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to gratefully acknowledge her advisor, Associate Professor Dr.Kitti Intaranont, and her co-advisor, Dr.Kamiel Vanwonterghem, for guidance and supervision leading to the completion of this study. Special thanks go to Assistant Professor Suvit Punnachaiya, Ajarn Attaporn Pattarasumunt and their team for their helps by inventing the machine for the experiment. The author wishes to thank the members of committee, Associate Professor Charoon Mahittafongkul, Associate Professor Dr.Ratree Sudsuang, and Assistant Professor Dr.Chuvej Chansa-ngavej for their helpful criticism and suggestions. The support and cooperation of the factory management, foreman and all subjects are greatly appreciated.

Acknowledgements are also extended to her family and friends for their supports.

Wanida Chaichalotorn

TABLE OF CONTENTS

		Page
Abstract (in Thai)		iv
Abstract (in English)		v
Acknowledgements		vi
Table of Contents		vii
List of Tables		viii
List of Figures		ix
Abbreviations		x
Chapter		
I	Introduction	1
II	Literature Review	4
III	Methodology	10
IV	Results and Discussion	18
V	Conclusions and Recommendations	45
References		48
Appendices		51
Biography		83

LIST OF TABLES

Table		Page
4.1	Environmental Conditions	20
4.2	Quantity of Product Output	20
4.3	Standard deviation of flicker values on each training	22
4.4	Standard deviation of flicker values on each training	23
4.5	Relationship between objective and subjective methods of fatigue measurement	25
4.6	The eigenvectors of experimental factors	32
4.7	EMG, heart rate, output and defect for the different period of direct work	36
4.8a	Relationship among heart rate, D-EMG of upper trapezius, output and defect numbers	38
4.8b	Relationship among heart rate, D-EMG of neck, output and defect numbers	38
4.9	Relationship of D-EMG and heart beat per defect number	39
4.10	The percentage of EMG in each %RVC range of upper trapezius	42
4.11	The percentage of EMG in each %RVC range of neck	42

LIST OF FIGURES

Figure		Page
3.1	The attached position of surface electrode for EMG measurement	14
3.2	Method for measurement of reference contraction a) upper trapezius , b)neck	15
4.1	Package of electronic chips	18
4.2	Work station of inspection process	19
4.3	Standard deviation decrease of flicker values	22
4.4	Standard deviation decrease of reaction time	23
4.5	Comparision of means from measurin equipment, before, and after work	24
4.6	Comparision of fatigue between shifts	26
4.7	Comparision of fatigue between rests	27
4.8	The proportion of factors effect to fatigue level	33
4.9	EMG and heart rate	34
4.10	EMG of neck for direct work (D), indirect work (I), and at rest	35
4.11	EMG of upper trapezius on direct work versus heart rate at work, output and defect(1/2)	37
4.12	EMG of neck on direct work versus heart rate at work output and defect(1/2)	37
4.13	Relationship of D-EMG and heart rate per inspected unit	39
4.14	Relationship of D-EMG and heart rate per defect number	40
4.15	EMG curve of upper trapezius and neck	41
4.16	The percentage of EMG in %RVC range of upper trapezius	43
4.17	The percentage of EMG in %RVC range of neck	44

ABBREVIATION

AI	Abnormal index
a_{ij}	Correlation between contributing factors in matrix
B	Break time
B1	Beginning of 1st week measurement
B2	Beginning of 2nd week measurement
B3	Beginning of 3rd week measurement
B4	Beginning of 4th week measurement
CFF	Critical flicker fusion frequency
CFF-UP	Flickering light appeared into a constant shining light
CFF-DOWN	Constant shining light become flickering
D	Direct work
D-EMG	EMG on direct work
E1	End of 1st week measurement
E2	End of 2nd week measurement
E3	End of 3rd week measurement
E4	End of 4th week measurement
EEG	Electroencephalogram
EMG	Electromyography
FCFF	Fuzzy critical flicker fusion frequency
HBI/DEF	Heart beat on indirect work per defect number
HBI/PC	Heart beat on indirect work per inspected unit
HBIX/DEF	Heart beat on indirect and ideal work per defect number
HBIX/PC	Heart beat on indirect and ideal work per inspected unit
HBX/DEF	Heart beat on ideal work per defect number
HBX/PC	Heart beat on ideal work per inspected unit
HRR	Heart rate at rest
HRV	Heart rate variability
HRW	Average heart rate at work
I	Indirect work
LIGHT	Reaction time for light sitmuli
MVC	Maximum voluntary contraction

O_p	Work output
R	Rest allowance
R1	Four rest times of 5 minutes after one hour work
R2	Two rest times of 5 minutes after two hours work and after 50 minutes of work after meal, and one rest time of 10 minutes after the next 50 minutes of work.
RVC	Reference voluntary force
S	Shift
SOUND	Reaction time for sound stimuli
STD	Standard deviation
X	Ideal work