

การประเมินความล้าทางจิตใจในการทำงานตัดท่อนและกลึงท่อโดยใช้พีซีเซต

นางสาวศรีวิรัช ศรีทองชัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พศ. 2535


โทร 974-579-805-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018543

I14146414

EVALUATION OF MENTAL FATIGUE IN PIPE CUTTING AND  
PIPE MACHINING WORK BY FUZZY SET



Miss Sriruk Srithongchai

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-579-805-3

Thesis Title                    Evaluation of Mental Fatigue in Pipe Cutting and  
   Pipe Machining Work by Fuzzy Set  
By                                    Miss Sriruk Srithongchai  
Department                    Industrial Engineering  
Thesis Advisor                Professor Alain Wisner  
Thesis Co-Advisor            Associate Professor Kitti Intaranont, Ph.D.

---

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

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

Thesis Committee

*Kovit Satavuthi*  
..... Chairman  
(Assistant Professor Kovit Satavuthi)

*Alain Wisner*  
..... Thesis Advisor  
(Professor Alain Wisner)

*Kitti Intaranont*  
..... Thesis Co-advisor  
(Associate Professor Kitti Intaranont, Ph.D.)

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

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



ศรีรักษ์ ศรีทองชัย : การประเมินความล้าทางจิตใจในการทำงานตัดท่อและกลึงท่อโดยใช้  
ฟัซซีเซต (EVALUATION OF MENTAL FATIGUE IN PIPE CUTTING AND PIPE  
MACHINING WORK BY FUZZY SET) อ.ที่ปรึกษา: ALAIN WISNER, รศ.ดร.กิตติ  
อินทรานนท์, 71 หน้า. ISBN 974-579-805-3

ความล้าทางจิตใจก่อให้เกิดความเมื่อยหน่าย ง่วงนอน อ่อนเพลีย และไม่อยากทำงานเป็น  
สถานะที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของก้านสมองในระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหามากมาย  
ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ความเสี่ยงสูงในการเกิดอุบัติเหตุ, ผลผลิตลดต่ำลง และการขาดงาน  
เป็นต้น

วัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ 1) เปรียบเทียบความล้าสะสมตลอดวัน ของงาน  
ซ้ำซากสองชนิด 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการเห็นแสงกะพริบ/หยุดนิ่งโดยประยุกต์ใช้  
ฟัซซีเซตกับผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้แบบสอบถาม 3) ใช้ผลของการศึกษาบ่งชี้ระดับของความล้าทางจิตใจ

ทำการทดสอบทั้งวิธีทางด้านวัตถุวิสัย และทางด้านจิตวิสัย โดยผู้ถูกทดสอบทั้งหมดเป็นชาย  
8 คน พนักงานตัดท่อ 4 คน และพนักงานกลึง 4 คน พิจารณาค่าความถี่ในการเห็นแสงกะพริบ/หยุดนิ่ง  
เวลาในการตอบสนอง ความแข็งแรงของมือ สำหรับวิธีทางด้านวัตถุวิสัย และใช้แบบสอบถามความรู้สึก  
สำหรับวิธีทางด้านจิตวิสัย ซึ่งผลการทดสอบจะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

กล่าวโดยสรุป งานกลึงท่อมิแนวมที่จะส่งผลต่อระดับความล้าทางจิตใจมากกว่างานตัดท่อ  
โดยที่ขนาดของชิ้นงานมีผลต่อระดับความล้าดังกล่าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม .....  
ปีการศึกษา ..... 2534 .....

ลายมือชื่อนิติต ..... อ. อินทร์ .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... A. Wisner .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... K. Kulkarni .....

## C215943: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING  
KEY WORD : MENTAL FATIGUE/FUZZY SET

SRIRUK SRITHONGCHAI : EVALUATION OF MENTAL FATIGUE IN PIPE CUTTING  
AND PIPE MACHINING WORK BY FUZZY SET. THESIS ADVISOR : PROF. ALAIN  
WISNER, KITTI INTARANONT Ph.D. 71 PP. ISBN 974-579-805-3

Mental fatigue refers to feelings of weariness, somnolence, faintness and distaste for work. It is a state that involves the activating and inhibiting systems of reticular formation in the central nervous system. The effects of mental fatigue may lead to various problems in manufacturing industries such as high risk of accidents, decreased productivity and absenteeism.

The objectives of this study were to: 1) compare work strain, i.e., mental fatigue accumulated throughout a day shift, of two kinds of repetitive work 2) study the relationship between fuzzy critical flicker fusion frequency (FCFF) and the assessment using the self-scaling questionnaire 3) attempt to employ results of the study as an indicator of mental fatigue.

Both objective and subjective methods were used to carry out this experiment using eight male workers as subjects: four pipe cutting workers and four pipe machining workers. The critical flicker fusion frequency, reaction time and hand grip strength were used to assess the objective measurement. The subjective assessment was obtained by using a self-scaling questionnaire. The results were analyzed by statistical inference.

It was concluded that the pipe machining operation was likely to cause a higher level of mental fatigue than the pipe cutting operation. The size of the product also affected the fatigue level.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... INDUSTRIAL ENGINEERING  
สาขาวิชา..... INDUSTRIAL ENGINEERING  
ปีการศึกษา..... 1991.....

ลายมือชื่อนิติต..... น. ๑/3๓.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม..... Kitti Intaranont

## ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express her sincere gratitude to her advisor, Professor Alain Wisner, and her co-advisor, Associate Professor Dr. Kitti Intaranont, for inspiration, guidance and supervision leading to the completion of this study. Acknowledgements are also extended to the other members of the committee, Assistant Professor Kovit Satavuthi, Associate Professor Dr. Ratre Sudsuang, and Assistant Professor Dr. Chuvej Chansa-ngavej for their helpful criticism and suggestions.

Special thanks go to Associate Professor Dr. Clarissa A. Rubio for her help by reading this thesis and suggesting changes.

The author wishes to express her appreciation to the factory owner, foremen and to all subjects for full support and cooperation.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## TABLE OF CONTENTS

	Page
Abstract (in Thai) .....	iv
Abstract (in English) .....	v
Acknowledgements .....	vi
Table of Contents .....	vii
List of Tables .....	x
List of Figures .....	xi
List of Abbreviations .....	xiii
Chapter I Introduction	
Generality .....	1
Objectives .....	2
Scope .....	3
Methods and Procedures .....	3
Expected Benefits .....	4
II Literature Survey	
Definitions .....	5
Mental Fatigue in General .....	7
Literature Reviews .....	11
III Methodology	
Subjects .....	15
Methods .....	15
Experimental Design .....	16
Procedures	
- Critical Flicker Fusion Frequency Measurement ..	18
- Reaction Time Measurement .....	20
- Hand Grip Strength Measurement .....	21

	Page
- Questionnaire on Fatigue .....	22
IV Results and Discussion	
Analysis of Work Situation	
- General Description of Work .....	24
- Task Description .....	25
- Pattern and Variation of Work .....	31
Effects of Training	
- Effect of Training on Critical Flicker Fusion Frequency .....	32
- Effect of Training on Reaction Time .....	34
Results of Experiment	
- Critical Flicker Fusion Frequency Based on Fuzzy Sets .....	37
- Reaction Time .....	45
- Hand Grip Strength .....	48
- Self-scaling Questionnaire .....	49
- Relationship between Fuzzy Critical Flicker Fusion Frequency and Self-scaling Questionnaire Results .....	51
V Conclusions and Recommendations for Future Research	
Conclusions .....	53
Recommendations for Future Research .....	54
References .....	56
Appendices	
A Equipment Used in Experiment .....	57
B Questionnaire Form (in Thai) .....	65



	Page
Questionnaire Form (in English) .....	68
Biography .....	71



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF TABLES

Table	Page
3.1 Experimental design in this study .....	17
4.1 Environment conditions .....	24
4.2 Workpiece characteristics .....	25
4.3 Quantity of product output .....	31
4.4 Means and standard deviations of flicker values during training .....	34
4.5 Effects of training on reaction time .....	35
4.6 Flicker values and their ratios for one subject ..	37
4.7 The p-values related to the critical interval of flicker values for four subjects .....	39
4.8 The means and standard deviations of flicker values for possibility function .....	40
4.9 The f-values related to the critical interval of flicker values for the four subjects .....	41
4.10 Means and standard deviations of lengths of threshold interval (for $f = 0.9$ ) .....	44
4.11 Reaction time resulted in three periods .....	46
4.12 Hand grip strength in three periods for all subjects .....	48
4.13 Mean values of self-scaling of fatigue for all subjects .....	50
4.14 The correlation coefficients between the length of threshold interval and the self-scaling of fatigue for all subjects .....	51

## LIST OF FIGURES

Figure	Page
2.1 A model of the cause of mental fatigue .....	8
2.2 Relationship between physical and mental fatigue	8
2.3 Structure of CNS .....	9
2.4 The level of activation of cerebral cortex .....	10
4.1 Cutting lathe used in the experiment .....	26
4.2 Machining lathe used in the experiment .....	26
4.3 Product output in the day shift .....	32
4.4 Means of flicker values during training .....	33
4.5 Effect of training on reaction time .....	36
4.6 Show values of p from Table 4.5 .....	38
4.7 Graphs of three possibility curves for one subject on task I .....	42
4.8 Graphs of three possibility curves for one subject on task II .....	43
4.9 Graphs of three possibility curves for one subject on task III .....	43
4.10 Graphs of three possibility curves for one subject on task IV .....	43
4.11 Reaction time in three periods .....	47
A.1 Flicker .....	58
A.2 Reaction timer .....	58
A.3 Grip dynamometer .....	59
A.4 Clock .....	59
A.5 Hygrometer .....	60

## Figure

## Page

A.6 Heat stress monitor .....	60
A.7 Lux-meter .....	61
A.8 Sound level meter .....	61
A.9 Audiometer .....	62
A.10 Ortho-rater .....	62
A.11 Psychrometer .....	63
A.12 Anthropometry .....	63



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF ABBREVIATIONS

CFF	Critical flicker fusion frequency
CNS	Central nervous system
F	Length of threshold interval
FCFF	Fuzzy critical flicker fusion frequency
f(u)	Possibility function
$f(x)$ A	Grade of membership of x in A
HGS	Hand grip strength
L	Left endpoint of a given threshold interval
$n(u)$ c	Number of responses where u is flicker light
$n(u)$ f	Number of responses where u is constant light
p(u)	Possibility value in the interval [0,1]
Period I	Before work (morning)
Period II	After 4-hours work (morning)
Period III	After 8-hours work with a one-hour lunch break (afternoon)
R	Right endpoint of a given threshold interval
RT	Reaction time
SSQ	Self-scaling questionnaire
Task I	Pipe cutting work on 1/2-inch diameter
Task II	Pipe cutting work on 2-inch diameter
Task III	Pipe machining work on 2-inch diameter
Task IV	Pipe machining work on 6-inch diameter
u	Flicker value
$\mu$	Mean
$\sigma$	Standard deviation