

แบบจำลองการวิเคราะห์ดัชนีการประอบอุบัติเหตุโดยการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยแผนภูมิต้นไม้
(FTA) และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1237-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 2047720X

2546

AN ANALYTICAL SAFETY INDEX MODEL WITH FAULT TREE ANALYSIS (FTA) AND
THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

Thoedtida Thipparat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-1237-3


หัวข้อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองการวิเคราะห์ดัชนีการประสบอุบัติเหตุโดยการวิเคราะห์
ความผิดพลาดด้วยแผนภูมิต้นไม้ (FTA) และกระบวนการลำดับชั้น
เชิงวิเคราะห์ (AHP)

โดย นางสาวเทอดธิดา ทิพย์รัตน์

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ลูวีระ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ชงทอง)

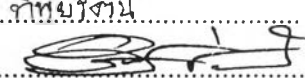
เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ : แบบจำลองการวิเคราะห์ดัชนีการประสพอุบัติเหตุโดยการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยแผนภูมิต้นไม้ (FTA) และกระบวนการตัดสินใจด้วยลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP). (AN ANALYTICAL SAFETY INDEX MODEL WITH FAULT TREE ANALYSIS (FTA) AND THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร, 200หน้า. ISBN 974-03-1237-3.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ดัชนีการประสพอุบัติเหตุ (Safety Index) ของงานก่อสร้าง โดยการประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยแผนภูมิต้นไม้ (Fault Tree Analysis :FTA) ร่วมกับกระบวนการตัดสินใจด้วยลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process :AHP)

โดยกระบวนการของวิธี AHP ได้เสนอการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุ ส่วนกระบวนการของวิธี FTA เป็นการวิเคราะห์ Safety Index จากความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัยคือ ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุจากแผนภูมิแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุทั้งหมดที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ และความสูญเสียของอุบัติเหตุจากจำนวนวันที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุ

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองวิเคราะห์ Safety Index ได้ค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุ แผนภูมิแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุทั้งหมดที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ และ Safety Index สำหรับประเมินระดับความเสี่ยงของอุบัติเหตุในหน่วยงานก่อสร้าง และศึกษาแนวทางในการเลือกมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมกับหน่วยงานก่อสร้าง ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนักร้านของหน่วยงานก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 8 หน่วยงาน พบว่าลำดับของสาเหตุที่มีค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุสูงสุด คือ ความประมาท โดยความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุเท่ากับ 0.078 ครั้งต่อ 200,000 ชั่วโมงทำงาน (man-hour) และดัชนีการประสพอุบัติเหตุเท่ากับ 0.803 วันต่อ 200,000 ชั่วโมงทำงาน

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิสิต. เทอดธิดา ทิพย์รัตน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4370313321 : MAJOR MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD : SAFETY INDEX / FAULT TREE ANALYSIS / ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

THOEDTIDA THIPPARAT : AN ANALYTICAL SAFETY INDEX MODEL WITH FAULT TREE ANALYSIS (FTA) AND THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP).

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. VISUTH CHOVICHIEEN, Ph.D. 200 pp. ISBN974-03-1237-3.

The objective of the research is to introduce a safety index model used in construction by applying the Fault Tree Analysis and the Analytical Hierarchy Process. By use of Fault Tree Analysis, the safety index is derived by means of the relationship between the probability of accidents calculated from the Fault Tree Analysis and the severity from accidents calculated from lost working days. By use of Analytical Hierarchy Process, the probability of causes of accidents can be calculated from the Fault Tree Diagram.

Safety Index Model can analyzes the probability of causes of accidents, Fault Tree Diagram and Safety Index values which can be used to assess risks of accidents as well as the effectiveness of safety management.

As a result of the application of the analytical model for accidents from a form scaffolding from 8 construction sites in Bangkok, the significant causes of accident are recklessness, lack of personal protection equipment (PPE), lack of training of safety, and lack of controlling, respectively. Finally, the probability of accident from working with scaffolding is 0.078 occurrence per 200,000 man-hour and safety index is 0.803 workday per 200,000 man-hour.

Department Civil Engineer
Field of study Civil Engineer
Academic year 2001

Student's signature.....
Advisor's signature.....

Handwritten signatures in Thai script, including the student's name and the advisor's signature.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ ลูวีระ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิศณุ ทรัพย์สมพล ที่ท่านได้กรุณาตรวจและเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้รับผิดชอบความปลอดภัยของหน่วยงานก่อสร้าง และบริษัทรับเหมา ก่อสร้างต่างๆ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และเนื่องจากทุนในการวิจัยครั้งนี้ บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	7
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 การวิเคราะห์ความผิดพลาดโดยใช้แผนภูมิต้นไม้(Fault Tree Analysis:FTA).....	9
2.1.1 การสังเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบ.....	10
2.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัย.....	11
2.1.3 การวิเคราะห์มูลค่าหรือความสูญเสียเชิงปริมาณของระบบ.....	14
2.1.4 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของปัจจัย.....	16
2.1.5 การประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย.....	17
2.2 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP).....	18
2.3 อุบัติเหตุในงานก่อสร้าง.....	24
2.3.1 สาเหตุของอุบัติเหตุ.....	24
2.3.2 ลักษณะของอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง.....	26
2.3.3 ความรุนแรงของอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง.....	28
3 แบบจำลองวิเคราะห์ดัชนีการประสบบุติเหตุ.....	30
3.1 การสังเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ.....	31
3.2 การวิเคราะห์เงื่อนไขของสาเหตุของอุบัติเหตุ.....	32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 การสร้างโครงสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุทั้งหมดของอุบัติเหตุ.....	33
3.4 การวิเคราะห์หัดชันีการประสบอุบัติเหตุ.....	34
3.5 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ.....	36
3.6 การพิจารณาเลือกมาตรการความปลอดภัย.....	40
3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44
4 ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุโดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์หัดชันีการประสบอุบัติเหตุ.....	45
4.1 โครงการที่ทำการศึกษา.....	45
4.2 ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุ.....	46
4.2.1 ผลการสำรวจอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง.....	46
4.2.2 ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้าง.....	47
4.2.3 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ.....	49
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ.....	49
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ค่าชันีการประสบอุบัติเหตุและการประเมินความเสี่ยง ของอุบัติเหตุ.....	50
4.2.6 การเลือกมาตรการความปลอดภัย.....	51
4.3 การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย Fault Tree Analysis วิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้าง.....	53
4.3.1 การสังเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ.....	52
4.3.2 การสร้างโครงสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุของอุบัติเหตุ.....	55
4.3.3 การวิเคราะห์หัดชันีการประสบอุบัติเหตุและการประเมินความเสี่ยงของ อุบัติเหตุ.....	56
4.3.4 การเลือกมาตรการความปลอดภัย.....	58
4.4 การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ Analytical Hierarchy Process (AHP).....	59
4.4.1 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วย AHP.....	59
4.4.2 การกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ.....	60
4.4.3 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุ.....	61
4.4.4 การวิเคราะห์เมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญ.....	62

สารบัญ (ต่อ)

ณ

บทที่	หน้า
5 สรุป.....	63
5.1 สรุปขั้นตอนวิเคราะห์ Safety Index.....	63
5.1.1 การวิเคราะห์อุบัติเหตุด้วย Fault Tree Analysis	64
5.1.2 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วย Analytical Hierarchy Process	66
5.2 สรุปประโยชน์ของแบบจำลองวิเคราะห์ Safety Index.....	67
5.3 ข้อจำกัดในการศึกษา.....	68
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	69
5.4.1 ข้อเสนอแนะในการกำหนดมาตรการความปลอดภัย.....	69
5.4.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาและวิจัย.....	69
รายการอ้างอิง.....	71
ภาคผนวก.....	74
ภาคผนวก ก. ตารางแสดงผลการวิจัย.....	75
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์ความผิดพลาดโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Fault Tree Analysis : FTA).....	103
ภาคผนวก ค. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP).....	122
ภาคผนวก ค. สาเหตุของอุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน.....	140
ภาคผนวก ง. ตัวอย่างแบบสอบถาม	146
ภาคผนวก จ. แผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุใน งานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน.....	151
ภาคผนวก ฉ. แสดงการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB ใน การคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ.....	167
ภาคผนวก ช. มาตรการความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานบนนั่งร้านที่กำหนดโดย International Labor Organization : ILO.....	175
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	200

สารบัญญัตราสาร (ต่อ)

ญ

ตาราง	หน้า
1.1 ร้อยละของจำนวนลูกจ้างที่ประสบอันตรายจากการก่อสร้างต่อจำนวนลูกจ้าง ที่ประสบอันตรายทั้งหมดตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2540 ในประเทศไทย.....	2
1.2 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน.....	3
1.3 10 ลำดับมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานในเรื่องต่างๆที่ถูกละเลย ในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1997 โดย Occupational Safety and Health Association.....	4
1.4 แสดงมาตรการความปลอดภัยในการทำงานลักษณะต่างๆ.....	5
2.1 แสดงเกณฑ์การกำหนดระดับความเสี่ยง.....	16
2.2 เกณฑ์ในการกำหนดระดับความสำคัญ.....	21
2.3 เมตริกซ์แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญของทางเลือกภายใต้ ขอบเขตของเกณฑ์การตัดสินใจ.....	21
2.4 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง (RIC) สำหรับ n ปัจจัย.....	23
2.5 การหาระดับความสำคัญรวมของทางเลือกในระบบ.....	23
2.6 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายในงานก่อสร้างจากลักษณะการประสบอุบัติเหตุ แบบต่าง ๆ (ค.ศ.1974-76และค.ศ.1977-79) และทั้งหมดสำหรับค.ศ. 1980-82.....	27
3.1 แสดงวันสูญเสียเทียบเท่าเนื่องจากอุบัติเหตุในการทำงานของ สมาคมมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ปี 1988.....	35
3.2 แสดงค่า Safety Index เทียบเคียงกับ เกณฑ์การกำหนดระดับความเสี่ยง.....	36
3.3 Payoff Matrix ของสาเหตุจากสภาพอุบัติเหตุที่ 1.....	38
3.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุ A _i ใดๆ.....	39
4.1 แสดงข้อมูลของอุบัติเหตุจากทุกประเภทของกิจกรรมก่อสร้างและข้อมูลอุบัติเหตุจาก กิจกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน.....	47
4.2 แสดงข้อมูลอุบัติเหตุแยกตามประเภทของอาคาร.....	47
4.3 อุบัติเหตุและวันสูญเสียเทียบเท่าเนื่องจากอุบัติเหตุขณะดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน.....	76
4.4 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุตามลักษณะของอุบัติเหตุที่ขึ้น.....	79
4.5 สรุปความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ.....	96
4.6 ลำดับความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ.....	102

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 แสดงการสังเคราะห์โครงสร้างลำดับชั้นความสัมพันธ์ของปัจจัยโดย FTA	10
2.2 แสดงโอกาสที่ระบบจะเกิดความสูญเสียเนื่องจากเงื่อนไขระหว่างปัจจัยแบบ OR Gate....	12
2.3 แสดงโอกาสที่ระบบจะเกิดความสูญเสียเนื่องจากเงื่อนไขระหว่างปัจจัยแบบ AND Gate ..	13
2.4 แสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยก. และ ปัจจัย ข.	13
2.5 แสดงตัวอย่าง Fault Tree Diagram ของสาเหตุของอุบัติเหตุ	14
2.6 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์การตัดสินใจ	20
2.7 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์เกณฑ์และทางเลือกในการตัดสินใจด้วย AHP	20
3.1 แสดงโครงสร้างของการสังเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ.....	31
3.2 ตัวอย่างโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุใน กิจกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน	33
3.3 แผนภูมิแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุจากแต่ละสภาพอุบัติเหตุ	38
3.4 แสดงกระบวนการวิเคราะห์ Safety Index.....	41
3.5 Flow chart แสดงกระบวนการทำงานของแบบจำลองการวิเคราะห์ Safety Index	43
4.1 แสดง Fault Tree Diagram ของกลุ่มสาเหตุภายในของบันได.....	54
4.2 แสดงโครงสร้างลำดับความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุ.....	55