

การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร

นาย ทวีชาติ กิตติรัตนารักษ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-294-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

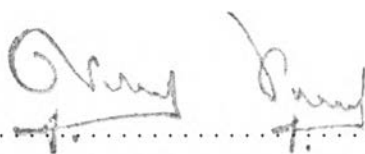
DEVELOPMENT OF A COMPUTER PROGRAM FOR CALCULATION OF
OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE OF BUILDING ENVELOPE

Mr. Tavichart Kittirattanaporn


A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Mechanical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1998
ISBN 974-331-294-3

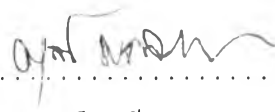
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณ ค่าการถ่ายเทความร้อน
รวมของกรอบอาคาร
โดย นายทวิชาติ กิตติรัตนารักษ์
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ตุลย์ มณีวัฒนา

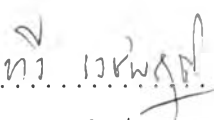
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภาวัฒน์ ชุตินวงศ์) คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. ตุลย์ มณีวัฒนา)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทวี เวชพฤติ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ คุณวุฒิ ดำรงค์พลาสีทธิ)

ทวิชาติ กิตติรัตนารักษ์ : การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (DEVELOPMENT OF A COMPUTER PROGRAM FOR CALCULATION OF OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE OF BUILDING ENVELOPE) อ. ที่ปรึกษา : ดร. ตฤย์ มณีวัฒนา ; 104 หน้า.
ISBN 974-331-294-3

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร ให้มีความคล่องตัวและสะดวกต่อผู้ใช้ และทำให้มีความสามารถในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดที่มีความหลากหลายมากขึ้น

ผลลัพธ์ที่ได้คือโปรแกรมที่ทำงานบน Microsoft Windows 95 และมีลักษณะการติดต่อระหว่างผู้ใช้และโปรแกรม ที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน พร้อมทั้งความสามารถพิเศษ อาทิเช่น ความสามารถในการหมุนอาคาร, มีเครื่องมือคำนวณพื้นที่กรอบอาคาร, มีฐานข้อมูลของโครงสร้างกรอบอาคารที่ไม่มีขีดจำกัดของจำนวนรูปแบบ, มีฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการคำนวณมากกว่าโปรแกรมอื่นๆ ความสามารถพิเศษเหล่านี้จะช่วยลดเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อมูล นอกจากนั้นยังมีลักษณะการรายงานผลการคำนวณที่มีความหลากหลายรูปแบบ

ความสามารถต่างๆที่มีอยู่ในโปรแกรมนี้นี้ จะเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการศึกษาถึงผลกระทบระหว่างลักษณะของกรอบอาคารและค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร โดยเฉพาะในเรื่องของอุปกรณ์บังแดด และเป็นเครื่องมือในการหาทิศทางของอาคารที่เหมาะสม

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C816286 : MAJOR MECHANICAL ENGINEER

KEY WORD: OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE

TAVICHART KITTIRATTANAPORN : DEVELOPMENT OF A COMPUTER PROGRAM FOR
CALCULATION OF OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE OF BUILDING ENVELOPE.
THESIS ADVISOR : TUL MANEEWATTANA, Ph.D. 104 pp. ISBN 974-331-294-3

The objective of this thesis is to develop a flexible, easy to use computer program for calculation of Overall Thermal Transfer Value (OTTV) and increase the ability of the program to calculate shading coefficient of shading devices for many more types than any other existing programs.

The result is a computer program that work on Microsoft Windows 95 and has user interface for convenience and easy to use, including special features like, ability to rotate building, provision of area calculator, database of building envelope structure with no limitation on number of structure and other libraries of useful information for calculation more than any other existing programs. Special features mentioned above will help user to decrease time for inputs. Beside that it has also ability to report in many different forms.

These abilities in this program will be useful to study the impact of building envelope on heat transfer especially the effect of shading and suitable building orientation.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา.....2541

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร. ตุลย์ มณีวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร.ศ. วิทยา ยงเจริญ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ ร.ศ. ทวี เวชพฤติ และ ร.ศ. คุณวุฒิ ดำรงพลสิทธิ์ อาจารย์กรรมการวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆในการวิจัยมาด้วยดีตลอดมา

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆปริญญาโททุกคน ที่ให้กำลังใจ , ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือมาโดยตลอด

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ท
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา	3
2. ทฤษฎี	4
2.1 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร	4
2.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร	8
3. โปรแกรมคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร	20
3.1 ประวัติความเป็นมา	20
3.1.1 โปรแกรมของ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน	20
3.1.2 โปรแกรมของ บริษัท สยามไฟเบอร์กลาส จำกัด	20
3.1.3 โปรแกรมของ สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ..	20

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2 การพัฒนาโปรแกรม	21
3.2.1 การติดต่อระหว่างผู้ใช้และโปรแกรม.....	21
3.2.2 การคำนวณ	22
3.3 ผลจากการพัฒนาโปรแกรม	25
4. การทดสอบโปรแกรม	26
5. การวิเคราะห์ผล	35
5.1 ลักษณะการใช้งานและความสามารถของโปรแกรม.....	35
5.2 ความสามารถในการคำนวณ	43
6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	45
6.1 สรุปผลการวิจัย	45
6.2 ข้อเสนอแนะ	46
รายการอ้างอิง	47
ภาคผนวก ก. โปรแกรมคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร และคู่มือการใช้โปรแกรม	48
ภาคผนวก ข. ข้อมูลกรอบอาคารของอาคารตัวอย่าง 3 อาคาร	65
ภาคผนวก ค. ผลการคำนวณของอาคารตัวอย่าง 3 อาคาร	76
ประวัติผู้เขียน	104

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลลัพธ์การคำนวณของอาคารตัวอย่างที่ 1	27
4.2 ผลลัพธ์การคำนวณของอาคารตัวอย่างที่ 2	29
4.3 ผลลัพธ์การคำนวณของอาคารตัวอย่างที่ 3	31
5.1 ลักษณะการใช้งานและความสามารถของโปรแกรมทั้ง 4 โปรแกรม ...	37
ค.1 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศเหนือของอาคารตัวอย่างที่ 1 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร	62
ค.2 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันออกของอาคารตัวอย่างที่ 1 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร	65
ค.3 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันตกของอาคารตัวอย่างที่ 1 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร	67
ค.4 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศใต้ของอาคารตัวอย่างที่ 1 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร.....	69
ค.5 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศเหนือของอาคารตัวอย่างที่ 2 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร.....	71
ค.6 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันออกของอาคารตัวอย่างที่ 2 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร	73
ค.7 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันตกของอาคารตัวอย่างที่ 2 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร	76
ค.8 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศใต้ของอาคารตัวอย่างที่ 2 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร.....	79
ค.9 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ของอาคารตัวอย่างที่ 3 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร.....	81
ค.10 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ของอาคารตัวอย่างที่ 3 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร.....	82

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ค.11 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ของอาคารตัวอย่างที่ 3 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร.....	83
ค.12 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ของอาคารตัวอย่างที่ 3 ในส่วนที่เป็นผนังของอาคาร.....	84
ค.13 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศเหนือของอาคารตัวอย่างที่ 1 ในส่วนที่เป็นหลังคาของอาคาร.....	85
ค.14 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศเหนือของอาคารตัวอย่างที่ 2 ในส่วนที่เป็นหลังคาของอาคาร.....	86
ค.15 ผลลัพธ์การคำนวณทางด้านทิศเหนือของอาคารตัวอย่างที่ 3 ในส่วนที่เป็นหลังคาของอาคาร.....	87

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบของการนำความร้อน	5
2.2 แสดงค่ามุมต่างๆของผนังที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์	5
2.3 ส่วนประกอบของผนังอาคาร	10
2.4 ลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์บังแดด.....	13
2.5 ระยะเวลาของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผนังโปร่งแสงที่อาจจะเกิดขึ้นได้.	14
2.6 ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดที่มีลักษณะทรงเหลี่ยม	15
2.7 ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดที่มีลักษณะทรงโค้ง	16
2.8 อุปกรณ์บังแดดแบบแนวนอนทรงเหลี่ยมที่ทำมุมฉากกับผนังโปร่งแสง	17
2.9 อุปกรณ์บังแดดแบบแนวนอนทรงเหลี่ยมที่ทำมุมใดๆกับผนังโปร่งแสง	17
2.10 อุปกรณ์บังแดดแบบแนวนอนทรงโค้งที่ทำมุมฉากกับผนังโปร่งแสง....	17
2.11 อุปกรณ์บังแดดแบบแนวตั้งทรงเหลี่ยมที่ทำมุมฉากกับผนังโปร่งแสง ..	18
2.12 อุปกรณ์บังแดดแบบแนวตั้งทรงเหลี่ยมที่ทำมุมใดๆกับผนังโปร่งแสง ..	18
2.13 อุปกรณ์บังแดดแบบแนวตั้งทรงโค้งที่ทำมุมฉากกับผนังโปร่งแสง	18
2.14 อุปกรณ์บังแดดแบบแนวตั้งและแบบแนวนอนทรงเหลี่ยม ที่ทำมุมฉากกับผนังโปร่งแสง	19
2.15 ลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์บังแดด.....	19
3.1 แผนภูมิการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร	24
4.1 ลักษณะของอาคารตัวอย่างที่ 1	27
4.2 กราฟแสดงผลสัมฤทธิ์การคำนวณของอาคารตัวอย่างที่ 1	28
4.3 กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนของอาคารตัวอย่างที่ 1	28
4.4 ลักษณะของอาคารตัวอย่างที่ 2	29
4.5 กราฟแสดงผลสัมฤทธิ์การคำนวณของอาคารตัวอย่างที่ 2	30
4.6 กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนของอาคารตัวอย่างที่ 2	30
4.7 ลักษณะของอาคารตัวอย่างที่ 3	31

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
4.8 กราฟแสดงผลลัพธ์การคำนวณของอาคารตัวอย่างที่ 3.....	32
4.9 กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนของอาคารตัวอย่างที่ 2	32
4.10 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการหมุนอาคารของอาคารตัวอย่างที่ 1	33
4.11 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการหมุนอาคารของอาคารตัวอย่างที่ 2	33
4.12 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการหมุนอาคารของอาคารตัวอย่างที่ 3	34
ก.1 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม OTTV & RTTV Calculation.....	50
ก.2 รูปแบบต่างๆ ของฐานข้อมูล	51
ก.3 ส่วนประกอบต่างๆ ของหน้าต่างแสดงข้อมูลของอาคาร	51
ก.4 แสดงเมนูลัดเมื่อคลิกที่ปุ่มขวาของเมาส์.....	52
ก.5 หน้าต่างยืนยันการลบข้อมูลผนัง	53
ก.6 หน้าต่างคัดลอกข้อมูลผนัง	53
ก.7 หน้าต่างหลักของผนังทึบ.....	54
ก.8 ตัวอย่างการคำนวณพื้นที่ของผนังทึบในแนวทางที่ 1.....	55
ก.9 ตัวอย่างการคำนวณพื้นที่ของผนังทึบในแนวทางที่ 2.....	55
ก.10 หน้าต่างแสดงโครงสร้างผนังทึบ.....	56
ก.11 หน้าต่างหลักของผนังโปร่งแสง	56
ก.12 หน้าต่างแสดงโครงสร้างผนังโปร่งแสง	57
ก.13 ลักษณะต่างๆ ของอุปกรณ์บังแดด.....	57
ก.14 หน้าต่างสำหรับป้อนชื่อชุดข้อมูลของอุปกรณ์บังแดด	58
ก.15 หน้าต่างสำหรับเรียกใช้ชุดข้อมูลของอุปกรณ์บังแดด.....	58
ก.16 หน้าต่างแสดงเครื่องมือช่วยในการป้อนค่า Tilt และ Azimuth.....	58
ก.17 หน้าต่างหลักของฐานข้อมูลสำหรับการคำนวณ	59
ก.18 หน้าต่างฐานข้อมูลแต่ละประเภท	60
ก.19 หน้าต่างพิมพ์ผลการคำนวณ	62

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
	ก.20 หน้าต่างตรวจสอบข้อมูลก่อนการพิมพ์.....	63
	ก.21 หน้าต่างการหมุนอาคาร	64
	ก.22 หน้าต่างแสดงตัวอย่างของผลการคำนวณ	64

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่	m^2
A _c	พื้นที่ของกระจกส่วนที่โดน รังสีดวงอาทิตย์	m^2
A _f	พื้นที่ของกระจก	m^2
A _o	พื้นที่รวมทั้งหมดของผนังหรือหลังคา	m^2
A _r	พื้นที่ของหลังคาส่วนที่บ	m^2
A _s	พื้นที่ของหลังคาส่วนโปร่งแสง	m^2
A _{SH}	พื้นที่ที่ไม่โดนรังสีของดวงอาทิตย์	
A _{SL}	พื้นที่ที่โดนรังสีของดวงอาทิตย์	
A _w	พื้นที่ของผนังที่บ	m^2
Area _H	พื้นที่ที่เป็นเงาซึ่งเกิดจาก Overhang	
Area _v	พื้นที่ที่เป็นเงาซึ่งเกิดจาก Fin	
E _{DN}	รังสีความร้อนตรงที่ตกกระทบบนระนาบแนวนอน ที่ได้จากการวัด (Direct Normal Irradiance)	W / m^2
E _{dn}	รังสีความร้อนกระจายที่ตกกระทบบนระนาบแนวนอน ที่ได้จากการวัด (Direct Normal Irradiance)	W / m^2
ET	ค่า Equation of Time	
G	อัตราส่วนของ พื้นที่ที่โดนรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่ทั้งหมด	
H	ความสูงของผนังโปร่งแสง	
Hr	ค่า Hour Angle (number of minutes form solar noon)	
I _d	รังสีความร้อนกระจายของดวงอาทิตย์	W / m^2
I _t	รังสีความร้อนรวมของดวงอาทิตย์	W / m^2
I _D	รังสีความร้อนตรงของดวงอาทิตย์	W / m^2
L	ค่า Latitude	

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
LON	ค่า Local Longitude	
LSM	ค่า Local Standard time Meridian	
LST	ค่า Local Standard Time	
OTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง	W / m ²
P _v	ความยาวของ Fin	
P _H	ความยาวของ Overhang	
R _H	ระยะระหว่างผนังโปร่งแสงและอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวนอน	
R _V	ระยะระหว่างผนังโปร่งแสงและอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวตั้ง	
R _i	ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านใน	m ² . K / W
R _o	ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านนอก	m ² . K / W
R _t	ค่าความต้านทานความร้อนของผนัง	m ² . K / W
RTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา	W / m ²
S _H	ระยะของเงาที่เกิดจากอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวนอน	
S _V	ระยะของเงาที่เกิดจากอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวตั้ง	
SC	สัมประสิทธิ์การบังแดด	
SC ₁	สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก	
SC ₂	สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด	
SF	ค่า Solar Factor	W / m ²
TD _{eq}	ผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่า	K
U _f , U _s	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกระจก	W / m ² . K
U _r	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาสวนทึบ	W / m ² . K
U _w	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ	W / m ² . K
W	ความกว้างของผนังโปร่งแสง	

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
b	ความหนาของวัสดุ	m
k	สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อนของวัสดุ	W / m ² . K
n	จำนวนของวัสดุที่ประกอบเป็นผนังอาคาร	
nn	จำนวนแบบของโครงสร้างของวัสดุที่ประกอบเป็นกระจก	
mm	จำนวนแบบของโครงสร้างของวัสดุที่ประกอบเป็นผนังทึบ	
ΔT	ผลต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร	K
Σ	ค่า Surface Tilt (มุมเอียงของผนัง)	
Ω	ค่า Profile Angle	
β	ค่า Solar altitude	
δ	ค่า Declination (มุมระหว่างดวงอาทิตย์กับระนาบศูนย์สูตร)	
ϕ	ค่า Solar Azimuth	
γ	ค่า Surface - Solar Azimuth	
θ	ค่า Incident angle (มุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ที่ผนัง)	
ψ	ค่า Surface Azimuth	