



การพัฒนาโปรแกรมเสริมใน Google SketchUp เพื่อแสดงภาพของ อุปกรณ์บังแดด ประกอบการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรัชญา มัทธนท์
อาจารย์ ดร. ทยากร จารุขนิมณี

อาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทคัดย่อ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้พัฒนาโปรแกรม Building Energy Code (BEC) ขึ้น เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของอาคารด้านการอนุรักษ์พลังงาน ตามหลักเกณฑ์ที่ประกาศในกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 การใช้โปรแกรม BEC เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (Shading Coefficient, SC) ยังมีความไม่สะดวกตรงที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องกรอกข้อมูลเป็นตัวเลขทั้งหมด โดยโปรแกรมไม่สามารถแสดงภาพของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดที่ใส่ข้อมูลลงในโปรแกรมได้ จึงอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการใส่ข้อมูลของอุปกรณ์บังแดด ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การประเมินประสิทธิภาพของระบบรอบอาคารคลาดเคลื่อนได้

บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมใน Google SketchUp เพื่อใช้แสดงภาพสามมิติของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดจากข้อมูลตัวเลขของโปรแกรม BEC ผลการทดสอบการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในเบื้องต้นพบว่าโปรแกรมสามารถแสดงภาพสามมิติใน Google SketchUp ได้ตรงกันกับไฟล์ข้อมูลของโปรแกรม BEC จึงสามารถที่จะนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความถูกต้องของการใส่ข้อมูลในโปรแกรม BEC เพื่อใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดได้

คำสำคัญ: โปรแกรม BEC / โปรแกรม Google SketchUp / อุปกรณ์บังแดด



1. บทนำ

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 19 ได้กำหนดให้อาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง ซึ่งมีขนาดและประเภทที่ระบุในกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 จะต้องมีการออกแบบอาคารให้มีการอนุรักษ์พลังงาน โดยได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพของ ระบบกรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน ตลอดจนค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร การประเมินประสิทธิภาพของระบบกรอบอาคาร จะพิจารณาจากค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (Roof Thermal Transfer Value, RTTV) การคำนวณค่า OTTV และ RTTV คำนึงถึงปริมาณความร้อนที่ผ่านกรอบอาคารทั้งในลักษณะการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยคำนึงถึงผลของอุปกรณ์บังแดดที่จะช่วยลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรม Building Energy Code (BEC 1.0.5) เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพอาคารในแต่ละระบบตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ในส่วนของกระบวนการประเมินประสิทธิภาพของระบบกรอบอาคาร ผู้ใช้โปรแกรมต้องใส่ค่าข้อมูลของอุปกรณ์บังแดดที่อยู่บริเวณหน้าต่างหรือช่องแสงของหลังคา ลงในโปรแกรมย่อยของ BEC ที่ชื่อ BEC: Shading Coefficient Calculation (ในบทความนี้ได้ใช้ชื่อย่อเป็น “BSC”) เพื่อใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (Shading Coefficient, SC) ข้อมูลดังกล่าวได้แก่ ทิศ มุมเอียง และค่าพิคตของหน้าต่างและแผงบังแดด ซึ่งข้อมูลที่ปรากฏจะเป็นค่าตัวเลขทั้งหมด ไม่มีภาพประกอบในการใส่ข้อมูลส่วนนี้ ปัญหาที่มักเกิดขึ้นในการใช้โปรแกรม BSC สำหรับผู้ใช้โปรแกรมในระยะเริ่มแรก คือการใส่ค่าข้อมูลของพิคต ทิศ และ มุมเอียงของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดที่ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ผู้ใช้โปรแกรมเองอาจไม่ทราบข้อผิดพลาดนี้ เนื่องจากการใส่ค่าพิคตที่ไม่ถูกต้องในบางกรณีโปรแกรมยังสามารถคำนวณค่า SC และแสดงผลการคำนวณให้ได้ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบกรอบอาคารคลาดเคลื่อน ปัญหาดังกล่าวนี้นี้สามารถลดลงได้ด้วยการแสดงข้อมูลของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดเป็นภาพสามมิติ ในโปรแกรมสร้างภาพสามมิติ เช่น Google SketchUp เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการใส่ข้อมูลในโปรแกรม BSC

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถแปลงข้อมูลของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดที่ได้มาจากโปรแกรม BSC เป็นภาพสามมิติในโปรแกรม Google SketchUp เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

3. วิธีการศึกษา

1. ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม BSC ได้แก่ การใส่ข้อมูล การรันโปรแกรม และการวิเคราะห์ผลค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ของแผงบังแดด
2. ศึกษาลักษณะการจัดเรียงข้อมูลในไฟล์ input และ output ของโปรแกรม BSC
3. ศึกษาวิธีการสร้างภาพสามมิติในโปรแกรม SketchUp จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้ SketchUp Ruby Programming
4. ศึกษาวิธีการแปลงค่าข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลของโปรแกรม BSC ที่ใช้ในการคำนวณค่า SC เพื่อแสดงเป็นภาพสามมิติในโปรแกรม SketchUp
5. พัฒนาโปรแกรมเสริม (Plugin) ใน SketchUp ที่ใช้ในการสร้างภาพสามมิติ ของหน้าต่างและแผงบังแดด โดยใช้ข้อมูลจากโปรแกรม BSC
6. ทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น

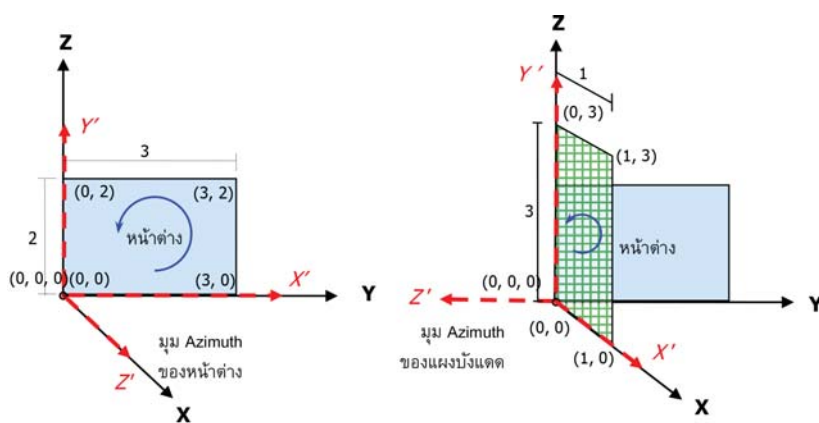
3.1 วิธีการใช้โปรแกรม BEC: Shading Coefficient Calculation (BSC)

โปรแกรม BEC: Shading Coefficient Calculation (BSC) เป็นโปรแกรมย่อย ของโปรแกรม BEC (Building Energy Code) ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถดาวน์โหลดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายจากเว็บไซต์ www.2e-building.com โดยไฟล์ที่ใช้รันโปรแกรม “ShadingCoeff01.exe” จัดเก็บไว้ในโฟลเดอร์ย่อยที่ชื่อ “SC” การใช้โปรแกรม BSC จะต้องกรอกข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของหน้าต่าง และ แผงบังแดดทุกชิ้น จำนวนหน้าต่างที่ใส่ได้มากที่สุดคือหนึ่งบาน และ จำนวนชิ้นของแผงบังแดดที่ใส่ได้มากที่สุดคือ 10 ชิ้น ค่าพิกัดของหน้าต่าง / แผงบังแดด สามารถใส่ได้มากที่สุด 16 จุด เมื่อใส่ข้อมูลครบ และ Save ข้อมูลแล้ว สามารถรันโปรแกรมโดยกดปุ่ม Calculate เมื่อโปรแกรมรันเสร็จ ในส่วนของ Result จะแสดงค่า 3 ค่า ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การบังรังสีตรง (Direct Solar) ค่าสัมประสิทธิ์การบังรังสีกระจาย (Diffuse Solar) และ ค่าสัมประสิทธิ์การบังรังสีรวม (Total) (ภาพที่ 1) รายละเอียดวิธีการใช้โปรแกรม BSC ดูได้ในเอกสาร [1] และ [2]

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate Z1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	225	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2	
Device 1	0	0	3.5	315	0	0	0	1	0	1	2	0	2	
Device 2	0	0	0	315	90	0	0	1	0	1	3.5	0	3.5	
Device 3	0	2	0	315	90	0	0	1	0	1	3.5	0	3.5	
Device 4	1	0	2.7	225	90	0	0	2	0	2	0.8	0	0.8	
Device 5	1	0	1.7	225	90	0	0	2	0	2	0.7	0	0.7	

ภาพที่ 1: ตัวอย่างข้อมูลที่ใส่ในโปรแกรม BSC และ ผลการคำนวณ

การระบุตำแหน่งและขนาดของหน้าต่างและแผงบังแดด ตำแหน่งและค่าพิกัดของหน้าต่างและแผงบังแดดจะอ้างอิง แกนหลัก (Main Coordinate) และ แกนรอง (Local Coordinate) โดยจุด Origin (0, 0, 0) ของแกนหลักจะอยู่ที่เส้นรอบรูปของหน้าต่าง โดยทั่วไปกำหนดให้อยู่มุมล่างซ้ายของหน้าต่าง โดยแกนหลักมีแกน Y อยู่ในแนวระดับ แกน Z อยู่ในแนวตั้ง และ แกน X พุ่งออกในแนวตั้งฉากกับหน้าต่าง (ภาพที่ 2 ซ้าย) จุด Origin ของแกนรองของหน้าต่างจะอยู่ที่ตำแหน่ง (0, 0, 0) ของแกนหลักเสมอ ส่วนจุด Origin ของแกนรองของแผงบังแดดโดยทั่วไปจะกำหนดให้อยู่ที่มุมล่างซ้ายของแผงบังแดด (ภาพที่ 2 ขวา) หน้าต่างหรือแผงบังแดดต้องอยู่ในระนาบ $X'Y'$ ของแกนรอง โดยมีแกน X' อยู่ในแนวระดับ ส่วนแกน Z' พุ่งออกในแนวตั้งฉากกับหน้าต่างหรือแผงบังแดด ทิศของแกน Z' เป็นทิศเดียวกันกับมุมอะซิมุท (Azimuth) ของหน้าต่างหรือแผงบังแดด ผู้ใช้โปรแกรมต้องระบุค่าพิกัดของจุด Origin ของแกนรองที่อ้างอิงระยะจากแกนหลัก (X, Y, Z) และระบุค่าพิกัด (X, Y) ของมุมทั้งหมดของหน้าต่างและแผงบังแดด โดยอ้างอิงจากแกนรอง (X', Y', Z') การให้ค่าพิกัดของหน้าต่าง จะเรียงลำดับมุมทวนเข็มนาฬิกา จากตัวอย่างในภาพที่ 2 (ซ้าย) ค่าพิกัดของหน้าต่างแต่ละมุมเรียงตามลำดับได้ดังนี้ (0, 0) (0, 3) (3, 2) (0, 2) ส่วนการให้ค่าพิกัดของแผงบังแดดสามารถเรียงลำดับตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา จากตัวอย่างในภาพที่ 2 (ขวา) ค่าพิกัดของแผงบังแดดเรียงตามลำดับ (วนทวนเข็มนาฬิกา) ได้ดังนี้ (0, 0) (1, 0) (1, 3) (0, 3)

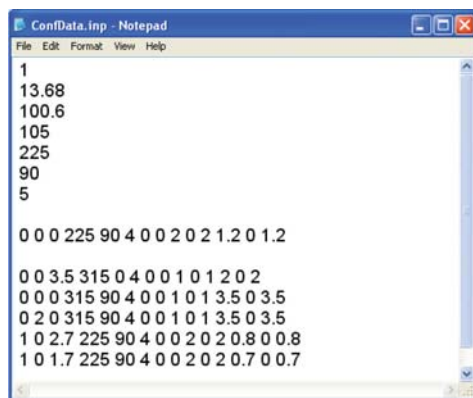


ภาพที่ 2: แสดงแกนหลัก (X, Y, Z) และแกนรอง (X', Y', Z') และค่าพิกัดของหน้าต่าง (ซ้าย) และแผงบังแดด (ขวา)

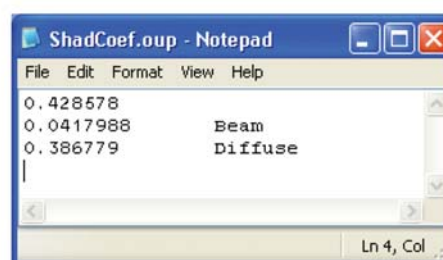
การระบุค่ามุมอะซิมุทและมุมเอียง ค่ามุมอะซิมุทของหน้าต่างหรือแผงบังแดดมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 360 องศา โดยทิศใต้มีค่ามุมอะซิมุท = 0 องศา (ภาพที่ 6) และมีความเป็นบวกลำหวนไปตามเข็มนาฬิกา เช่น หน้าต่างที่หันไปทางด้านทิศตะวันตก จะมีค่ามุมอะซิมุท = 90 องศา ส่วนมุมเอียง (Tilt) ของหน้าต่างหรือแผงบังแดด วัดค่ามุมจากเส้นพื้นในแนวนอนขึ้นไปหาหน้าต่าง / แผงบังแดด เช่น แผงตั้งฉากกับพื้นจะมีค่ามุมเอียงเท่ากับ 90 องศา ส่วนหลังคาแนวราบ มีค่ามุมเอียงเท่ากับ 0 องศา

3.2 โครงสร้างของไฟล์ input และ ไฟล์ output ของโปรแกรม BSC

โปรแกรม BSC จะอ่านข้อมูลจากไฟล์ชื่อ “ConfData.inp” (ภาพที่ 3) และนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณหาค่า SC โดยการรันไฟล์โปรแกรมที่ชื่อ “ShadingCoeff01.exe” ค่า SC ที่คำนวณได้จะบันทึกไว้ในไฟล์ชื่อ “ShadCoef.oup” (ภาพที่ 4) ค่าที่คำนวณได้มี 3 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังรังสีรวม ค่าสัมประสิทธิ์การบังรังสีตรง (Beam) ค่าสัมประสิทธิ์การบังรังสีกระจาย (Diffuse) ไฟล์ทั้งหมด (ShadingCoeff01.exe ConfData.inp และ ShadCoef.oup) จะต้องเก็บอยู่ในโฟลเดอร์เดียวกัน จึงจะสามารถรันโปรแกรมได้ โครงสร้างข้อมูลของไฟล์ ConfData.inp แต่ละบรรทัด แสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 3: ตัวอย่างไฟล์ ConfData.inp



ภาพที่ 4: ตัวอย่างไฟล์ ShadCoef.oup

ตารางที่ 1 โครงสร้างข้อมูลของไฟล์ ConfData.inp (ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ ในภาพที่ 3)

บรรทัดที่	ตัวอย่างข้อมูลในไฟล์	ค่าที่แสดง
1	1	ประเภทของอาคาร 1 = สำนักงาน สถานศึกษา 2 = ห้างสรรพสินค้า 3 = โรงแรม โรงพยาบาล
2	13.68	ค่าเส้น Latitude ของจังหวัดที่ตั้งอาคาร
3	100.6	ค่าเส้น Longitude ของจังหวัดที่ตั้งอาคาร
4	105	ค่าเส้น Longitude หลักมาตรฐานของประเทศไทย
5	225	ค่ามุมอะซิมุท (Azimuth) ของหน้าต่าง
6	90	ค่ามุมเอียง (Tilt) ของหน้าต่าง
7	5	จำนวนชั้นของอุปกรณ์บังแดด ต่อหน้าต่าง 1 บาน
8		บรรทัดว่าง
9	0 0 0 225 90 4 0 0 2 0 2 1.2 0 1.2	ค่าพิกัดของจุด Origin ของแกนรองของหน้าต่าง (0, 0, 0) ค่ามุมอะซิมุท (225) ค่ามุมเอียง (90) จำนวนมุมทั้งหมดของหน้าต่าง (4 มุม) ค่าพิกัด (X, Y) ของหน้าต่างแต่ละมุม (0, 0) (2, 0) (2, 1.2) (0, 1.2)
10		บรรทัดว่าง
11	0 0 3.5 315 0 4 0 0 1 0 1 2 0 2	ค่าพิกัดของจุด Origin ของแกนรองของแผงบังแดด ชั้นที่ 1 (0, 0, 3.5) ค่ามุมอะซิมุท (315) ค่ามุมเอียง (0) จำนวนมุมทั้งหมดของแผงบังแดด (4) ค่าพิกัด (X, Y) ของแผงบังแดดแต่ละมุม (0, 0) (1, 0) (1, 2) (0, 2)
12 ถึง สุดท้าย		แสดงข้อมูลของแผงบังแดดชั้นที่ 2 ถึง ชั้นสุดท้าย

ที่มา: จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลที่ใส่ในตารางของโปรแกรม BSC (ภาพที่ 1) และ ข้อมูลที่ปรากฏในไฟล์ ConfData.inp (ภาพที่ 3)

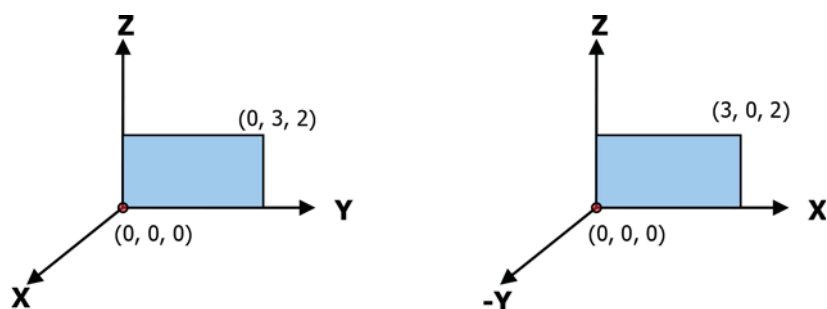
3.3 Ruby SketchUp Programing

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างภาพสามมิติในโปรแกรม Google SketchUp จะต้องใช้ภาษาโปรแกรม Ruby ประกอบกับการใช้ Ruby SketchUp API ซึ่งประกอบด้วย Class และ Method ที่สำคัญที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมในงานนี้ อาทิ เช่น การสร้าง Face Group และการปรับเปลี่ยนตำแหน่งและทิศทางของวัตถุที่สร้างในโปรแกรม โดย Class:Transformation ซึ่งมี Method ต่างๆ ได้แก่ การย้ายตำแหน่ง และการหมุน Object เป็นต้น นอกจากนี้ ภาษาโปรแกรม Ruby ยังประกอบด้วย Class ต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาค่ามุมต่างๆ ได้สะดวก เช่น Class:Math รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้ใน [3] [4]

3.4 วิธีการแปลงค่าจาก ไฟล์ ConfData.inp เป็นภาพสามมิติใน SketchUp

ค่าพิกัดและค่ามุมของ BSC และ SketchUp นั้นจะแตกต่างกัน ในการแปลงข้อมูลจากไฟล์ ConfData.inp เป็นภาพสามมิติใน SketchUp จึงต้องมีวิธีการแปลงค่าพิกัดและค่ามุมให้ตรงกันก่อน ดังนี้

1. ค่าพิกัด แกนหลักของ BSC (ภาพที่ 5 ซ้าย) และ แกนหลักของ SketchUp (SKP) (ภาพที่ 5 ขวา) จะมีทิศที่แตกต่างกัน โดยแกน X และ Y นั้น จะชี้ไปยังทิศที่แตกต่างกัน มีเฉพาะแกน Z ที่ชี้ไปยังทิศที่ตรงกันคือชี้ขึ้นด้านบน การเปลี่ยนค่าพิกัดจึงมีสูตรดังนี้ $BSC(X, Y, Z) = SKP(Y, -X, Z)$ เช่น ถ้าค่าพิกัดของ BSC = (0, 3, 2) จะได้ค่าพิกัดของ SKP = (3, 0, 2)



ภาพที่ 5: แกนหลักของ BSC (ซ้าย) และ แกนหลักของโปรแกรม SketchUp (ขวา)

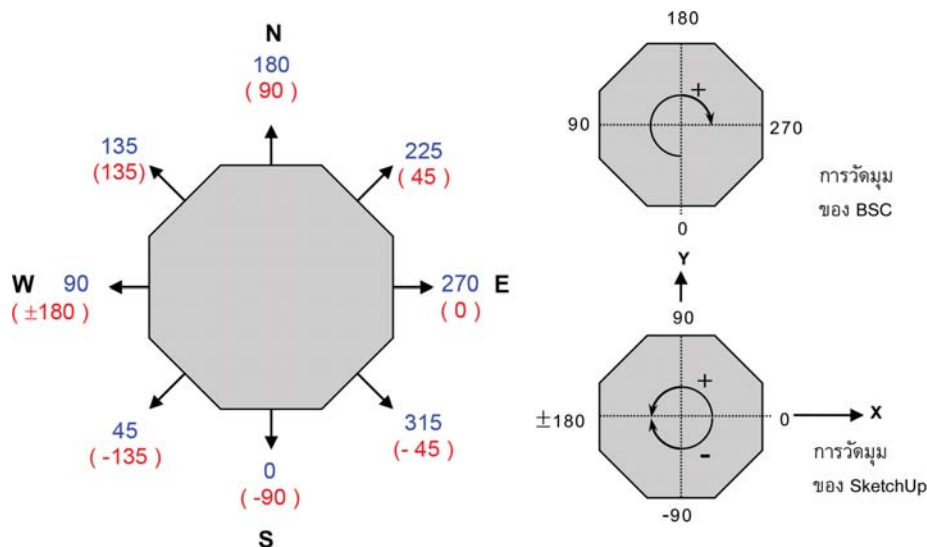
2. ค่ามุมอะซิมุท ในโปรแกรม SketchUp สามารถหาค่าของเวกเตอร์ (Vector) ที่ตั้งฉากกับ Surface ได้ โดยใช้ Method “normal” ของ Class SketchUp:Face ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จาก Method นี้ จะได้เวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วย (Unit Vector) ที่พุ่งออกในแนวตั้งฉากกับ Surface ประกอบด้วยค่า x, y, z ของเวกเตอร์นั้น เช่น หน้าต่างด้านทิศใต้ จะมีค่าเวกเตอร์ เท่ากับ (0, -1, 0)

และหลังคาแนวราบ จะมีค่าเวกเตอร์ เท่ากับ (0, 0, 1) ค่ามุมอะซิมุท สามารถคำนวณได้โดยใช้ Method ของ Class:Math คือ “atan2” ซึ่งจะคำนวณค่า arc tangent ของระยะในแนวแกน Y และ X ที่กำหนดให้ ค่ามุมที่คำนวณได้มีหน่วยเป็น radians มีค่าในช่วง -3.1415 ถึง 3.1415 (-PI ถึง PI) จึงต้องแปลงค่าให้มีหน่วยเป็นองศา ก่อน โดยใช้คำสั่ง “radians” สูตรในการหาค่ามุมอะซิมุท สรุปได้ดังนี้

ค่ามุมอะซิมุท = $(\text{Math.atan2}(y, x)).\text{radians}$ [หน่วยเป็นองศา]

โดย ค่า x, y คือ ค่า x และ y ของ Unit vector ที่พุ่งออกในแนวตั้งฉากกับ Surface

ค่ามุมอะซิมุทที่คำนวณได้ของ SketchUp จะแตกต่างจากค่ามุมอะซิมุทของ BSC (ภาพที่ 6) โดยค่ามุม BSC จะมีค่าเท่ากับ 0 องศา ทางด้านทิศใต้ และมีช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 360 องศา (วัดตามเข็มนาฬิกา) ส่วนค่ามุมของ SketchUp กรณีที่กำหนดให้ทิศเหนือในโปรแกรม Google SketchUp อยู่ในทิศเดียวกันกับแกน +Y ค่าของมุมที่คำนวณได้จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง ± 180 องศา โดยทิศตะวันออก จะมีค่ามุมเท่ากับ 0 องศา ค่ามุมจะมีค่าเป็นบวกถ้าวัดทวนเข็มนาฬิกา และมีค่าเป็นลบถ้าวัดตามเข็มนาฬิกา โดยทิศเหนือมีค่ามุมเท่ากับ 90 องศา และทิศใต้มีค่ามุมเท่ากับ -90 องศา ดังนั้นในการพัฒนาโปรแกรมจะต้องมีการคำนวณปรับแก้ค่ามุมจาก BSC เป็นค่ามุมของ SketchUp เพื่อให้สามารถสร้างภาพสามมิติได้ถูกต้อง



ภาพที่ 6: แสดงการเปรียบเทียบค่ามุมอะซิมุทของโปรแกรม BSC (ตัวเลขด้านบน) และ ค่ามุมอะซิมุทที่คำนวณได้ใน SketchUp (ตัวเลขด้านล่างที่อยู่ในวงเล็บ) และวิธีการวัดค่ามุมของทั้งสองโปรแกรม

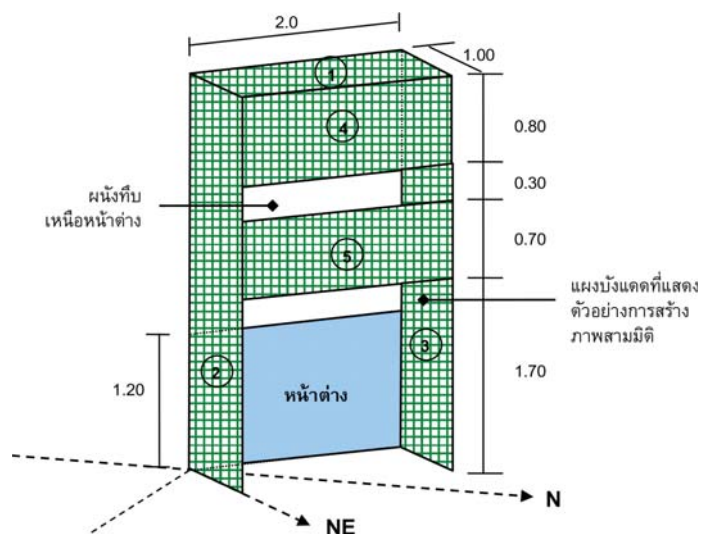
3.5 ขั้นตอนการสร้างภาพสามมิติใน SketchUp

ขั้นตอนในการสร้างภาพสามมิติใน SketchUp จากไฟล์ข้อมูล ConfData.inp ของโปรแกรม BSC ได้นำกรณีตัวอย่างการใส่ข้อมูลหน้าต่างและแผงบังแดด ที่อยู่ในเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [1] ซึ่งมีหน้าต่างขนาดกว้าง 2 เมตร สูง 1.20 เมตร (ภาพที่ 7) หันไปทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ค่ามุมอะซิมุท = 225) แผงบังแดด มีจำนวนทั้งหมด 5 ชั้น เป็นแผงบังแดดแนวนอนที่อยู่เหนือหน้าต่าง 1 ชั้น (หมายเลข 1) แผงบังแดด แนวตั้งที่อยู่ด้านข้างของหน้าต่าง 2 ชั้น (หมายเลข 2 และ 3) และแผงบังแดดแนวตั้งที่อยู่ด้านหน้าของหน้าต่าง 2 ชั้น (หมายเลข 4 และ 5)

การสร้าง Surface ในโปรแกรม SketchUp ในส่วนของหน้าต่างและแผงบังแดดมีวิธีการเดียวกัน โดยตัวอย่างด้านล่าง แสดงขั้นตอนการสร้าง Surface ส่วนที่เป็นแผงบังแดดในแนวตั้งที่อยู่ทางด้านขวามือของหน้าต่าง (ภาพที่ 7 แผงบังแดด ชั้นที่ 3) มีรายละเอียดของข้อมูลตามตารางที่ 2 (รายละเอียดของไฟล์ ConfData.inp แสดงในภาพที่ 3)

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดข้อมูลของแผงบังแดดหมายเลข 3

พิกัดของจุด Origin ของแกนรอง ที่อ้างอิงระยะกับ แกนหลัก			มุม อะซิมุท (Azi- muth)	มุม เอียง (Tilt)	จำนวน มุม	พิกัดของแกนรอง (Local Coordinate)							
X0	Y0	Z0				X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
0	2	0	315	90	4	0	0	1	0	1	3.5	0	3.5

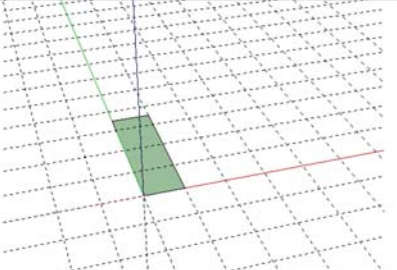
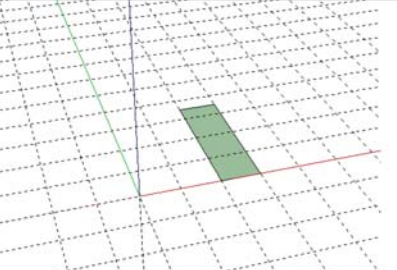
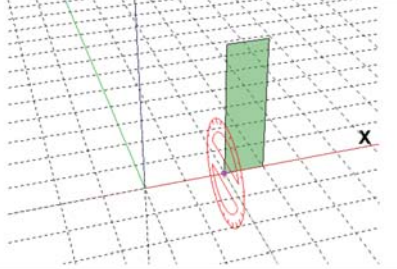
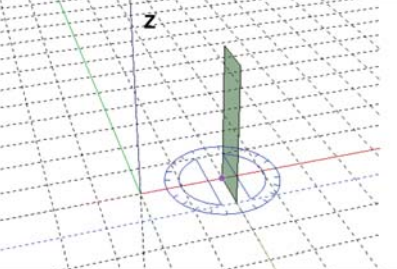
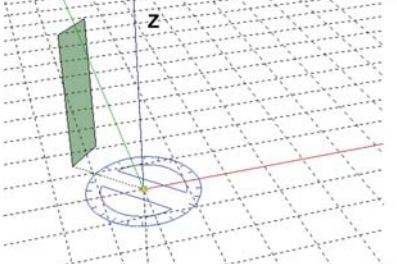
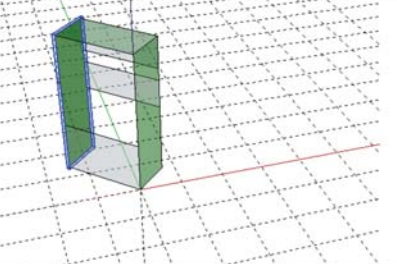


ภาพที่ 7: แสดงภาพสามมิติของหน้าต่างและแผงบังแดด ของกรณีศึกษา

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้ (ภาพที่ 8)

1. สร้าง Surface ของแผงบังแดด ในโปรแกรม SketchUp โดยเขียน Surface ในแนวระนาบแกน XY (ค่า $Z = 0$) โดยใช้ค่าพิกัด XY จากไฟล์ข้อมูล ConfData.inp ของโปรแกรม BSC ซึ่งมีค่าพิกัด ดังนี้ $(0, 0, 0)$, $(1, 0, 0)$, $(1, 3.5, 0)$, $(0, 3.5, 0)$
2. ย้ายตำแหน่งของ Surface (จากข้อ 1) ตามค่าจุด Origin $(0, 2, 0)$ โดยแปลงเป็นค่าพิกัดของ SketchUp ก่อน ดังนี้ $BSC (0, 2, 0) = SKP (2, 0, 0)$
3. หมุน Surface (จากข้อ 2) รอบแกน X จุดศูนย์กลางของการหมุนอยู่ที่ตำแหน่ง Origin ของ Surface $(2, 0, 0)$ โดยมีค่ามุมเท่ากับมุมเอียงของแผงบังแดด ($Tilt = 90$ องศา)
4. หมุน Surface (จากข้อ 3) รอบแกน Z จุดศูนย์กลางของการหมุนอยู่ที่ตำแหน่ง Origin ของ Surface $(2, 0, 0)$ โดยมีค่าของมุมเท่ากับ ค่ามุมอะซิมุทของหน้าต่าง - ค่ามุมอะซิมุทของแผงบังแดด (ค่ามุม $= 225 - 315 = -90$ องศา)
5. หมุน Surface (จากข้อ 4) รอบแนวแกน Z จุดศูนย์กลางของการหมุนอยู่ที่จุด $(0, 0, 0)$ ค่ามุมที่หมุนเท่ากับค่ามุมอะซิมุทของหน้าต่าง ที่แปลงเป็นค่ามุมของ SKP แล้ว บวกด้วย 90 ($BSC = 225$, $SKP = 45$, ค่ามุม $= 45 + 90 = 135$ องศา)

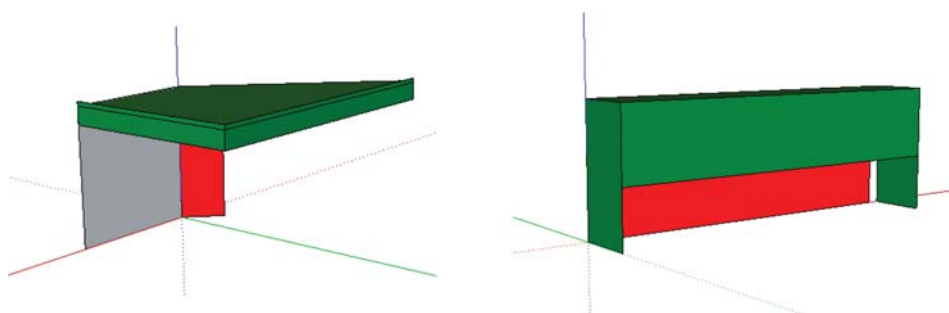
หมายเหตุ: กรณีที่สร้าง Surface ของส่วนที่เป็นหน้าต่าง สามารถข้ามขั้นตอนในข้อที่ 2 และ 4 เนื่องจากจุด Origin ของหน้าต่างบังคับให้ต้องอยู่ที่จุด $(0, 0, 0)$ เสมอ จึงไม่ต้องย้ายตำแหน่ง และค่ามุมที่หมุนในขั้นตอนที่ 4 จะมีค่า $= 0$ จึงไม่จำเป็นต้องหมุน Surface

	
1. เขียน Surface ในแนวราบ ($Z = 0$) ค่าพิกัด $(0, 0, 0)$, $(1, 0, 0)$, $(1, 3.5, 0)$, $(0, 3.5, 0)$	2. ย้าย Surface (จากข้อ 1) ไปยังตำแหน่งตามค่า Origin ของ Surface โดยแปลงเป็นค่าพิกัดของ SketchUp ก่อน จาก $(0, 2, 0)$ เป็น $(2, 0, 0)$
	
3. หมุน Surface (จากข้อ 2) รอบแนวแกน X จุดศูนย์กลางของการหมุนอยู่ที่จุด Origin ของ Surface ค่ามุมที่หมุนเท่ากับค่ามุมเอียง (Tilt) ของหน้าต่าง (Tilt = 90 องศา)	4. หมุน Surface (จากข้อ 3) รอบแนวแกน Z จุดศูนย์กลางของการหมุนอยู่ที่จุด Origin ของ Surface ค่ามุมที่หมุนเท่ากับค่ามุมอะซิมุทของหน้าต่าง - ค่ามุมอะซิมุทของแผงบังแดด (ค่ามุม = $225 - 315 = -90$ องศา)
	
5. หมุน Surface (จากข้อ 4) รอบแนวแกน Z จุดศูนย์กลางของการหมุนอยู่ที่จุด $(0, 0, 0)$ ค่ามุมที่หมุนเท่ากับค่ามุมอะซิมุท ของหน้าต่าง ที่แปลงเป็นค่ามุมของ SKP แล้วบวกด้วย 90 ($BSC = 225$, $SKP = 45$, ค่ามุม = $45 + 90 = 135$ องศา)	6. เมื่อเสร็จขั้นตอนที่ 5 ตำแหน่งของ Surface จะตรงกับข้อมูลในไฟล์ ConfData.inp

ภาพที่ 8: แสดงขั้นตอนการแปลงข้อมูลจากไฟล์ ConfData.inp เป็นภาพสามมิติใน SketchUp

3.6 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ได้นำกรณีตัวอย่างการใส่ข้อมูลหน้าต่าง และแผงบังแดดที่อยู่ในเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ [1] ซึ่งมีหน้าต่างหันไปทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ค่ามุมอะซิมุต = 225 องศา) แผงบังแดดดังกล่าวมีจำนวนทั้งหมด 5 ชั้น (ภาพที่ 7) ผลจากการทดสอบโปรแกรมสามารถสร้างภาพสามมิติใน SketchUp จากข้อมูลในไฟล์ ConfData.inp ได้ตรงตามภาพที่แสดงในเอกสาร [1] (ภาพที่ 12) นอกจากนี้ได้ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมเพิ่มเติม โดยได้ใช้ตัวอย่างเดิมแต่เปลี่ยนค่ามุมของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดไปยังทิศอื่นๆ ได้แก่ ทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันออกเฉียงใต้ อีกทั้งได้ทดสอบกับรูปแบบแผงบังแดดแบบอื่นๆ จากไฟล์ข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพอาคารจริงเพิ่มเติม (ภาพที่ 9) พบว่าโปรแกรมสามารถสร้างภาพสามมิติได้ตรงกับข้อมูลในไฟล์ ConfData.inp ทั้งหมด

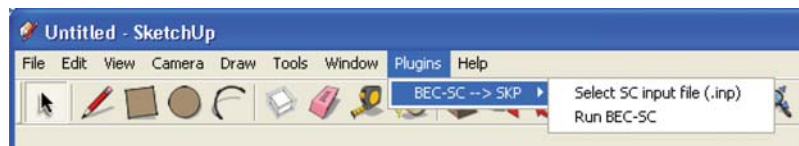


ภาพที่ 9: แสดงภาพสามมิติใน SketchUp ของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด จากไฟล์ข้อมูลของอาคารจริง

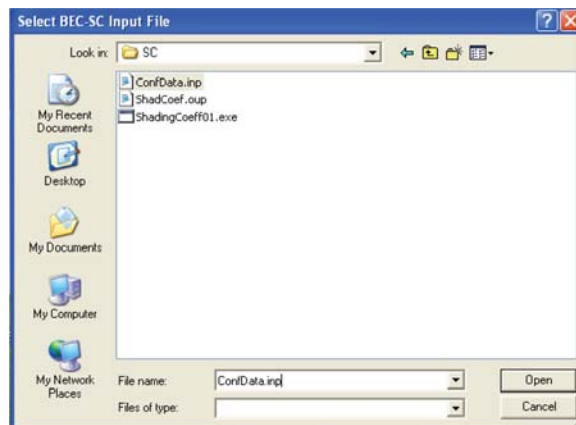
4. วิธีใช้โปรแกรม Plugin ที่พัฒนาขึ้น

การใช้โปรแกรม Plugin ที่พัฒนาขึ้นนี้ จะต้องติดตั้งโปรแกรม BEC 1.0.5 และ โปรแกรม Google SketchUp 8.0 ก่อน จากนั้นจึงนำไฟล์ Plugin ที่ได้พัฒนาขึ้น (ชื่อไฟล์ “BecShading-Plugin”) ใส่ไว้ในโฟลเดอร์ Plugin ของ Google SketchUp การใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ทำได้โดยการเปิดโปรแกรม Google SketchUp ที่เมนู Plugin ให้เลือกรายการชื่อ BEC-SC --> SKP แล้วเลือก Select SC input file (.inp) (ภาพที่ 10) จากนั้นให้เลือกไฟล์ข้อมูลของโปรแกรม BSC ที่ต้องการจะสร้างภาพสามมิติ แล้วกดปุ่ม Open (ภาพที่ 11) โปรแกรมจะสร้างภาพสามมิติตามข้อมูลของไฟล์ ConfData.inp (ภาพที่ 12) กรณีที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของแผงบังแดด (Shading Coefficient) โดยผ่าน Plugin นี้ สามารถทำได้โดยที่เมนู Plugin ให้เลือกรายการ Run BEC-SC (ภาพที่ 10) จากนั้นจึงเลือกไฟล์ ConfData.inp (ซึ่งต้องอยู่ในโฟลเดอร์ ที่มีไฟล์ “ShadingCoeff0.exe”) เมื่อโปรแกรมคำนวณเสร็จ จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลการคำนวณค่า SC (ภาพที่ 12)

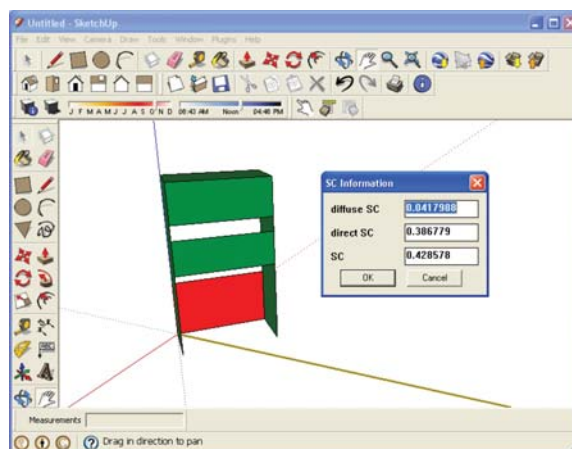
หมายเหตุ: การใช้งานโปรแกรมนี้ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องใส่ค่ามุมอะซิมุทในโปรแกรม BSC เป็นค่าบวก (0 ถึง 360 องศา) ทิศตามเข็มนาฬิกา เนื่องจากสูตรในการแปลงค่ามุมคิดเทียบกับค่ามุมของ BSC ที่วัดตามเข็มนาฬิกา และโปรแกรม Plugin นี้ กำหนดให้ค่าทิศเหนือในโปรแกรม Google SketchUp อยู่ในทิศเดียวกันกับแกน +Y



ภาพที่ 10: แสดงเมนูของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใน Google SketchUp เพื่อสร้างภาพสามมิติจากไฟล์ข้อมูลของโปรแกรม BSC



ภาพที่ 11: แสดงหน้าต่างที่ใช้เลือก Input File (.inp)



ภาพที่ 12: แสดงภาพ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นในโปรแกรม Google SketchUp และ ค่า SC ที่คำนวณได้



434 หน้าจั่ว: ว่าด้วยสถาปัตยกรรม การออกแบบ และสภาพแวดล้อม วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

5. บทสรุป

บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้แสดงภาพสามมิติของหน้าต่างและแผงบังแดดในโปรแกรม Google SketchUp โดยใช้ข้อมูลจากไฟล์ของโปรแกรม BEC: Shading Coefficient Calculation (BSC) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของอาคารตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 จากผลการทดสอบการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในเบื้องต้นพบว่าโปรแกรมสามารถแสดงภาพสามมิติใน Google SketchUp ได้ตรงกันกับข้อมูลในโปรแกรม BSC จึงสามารถที่จะนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความถูกต้องของการใส่ข้อมูลในโปรแกรม BSC เพื่อใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดได้ แผนการดำเนินงานขั้นต่อไปได้แก่การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมเพิ่มเติม สำหรับการจำลองหน้าต่างและแผงบังแดดรูปแบบอื่นๆ และการทดสอบการใช้งานโดยผู้ใช้โปรแกรมกลุ่มอื่นๆ เพื่อพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธดา พุฒิปาโรจน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการดำเนินงานครั้งนี้ ขอขอบคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ในส่วนของโปรแกรม BEC 1.0.5 ที่ได้นำมาใช้ประกอบการพัฒนาโปรแกรมนี้

7. บรรณานุกรม

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2553). “เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจประเมินอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย.”
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2553). “คู่มือ โปรแกรม Building Energy Code (BEC) การตรวจประเมินอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย.”
- [3] Sketchup Ruby API Documentation. Accessed December 15, 2012. Available from <http://code.google.com/intl/th/apis/sketchup/docs/index.html>
- [4] Help and documentation for the Ruby programming language. Accessed December 15, 2012. Available from <http://www.ruby-doc.org/>





The Development of a Google SketchUp Plugin to Create 3D Models of Shadings for Shading Coefficient Calculation According to Energy Conservation Law

Prechaya Mahattanatawe, Ph.D., Assistant professor
Tayagorn Charuchaimontri, Ph.D., Lecturer

Faculty of Architecture, Silpakorn University

Abstract

In accordance to the Energy Conservation Law of 2009, Ministry of Energy's Department of Alternative Energy Development and Efficiency developed software "*Building Energy Code (BEC)*" to evaluate energy efficiency of buildings. The software calculates shading coefficients of shading devices and we have observed some inconvenience; such as all data has to be input as numbers and the BEC software cannot display the input data as pictures. This limitations tend to cause errors in data input which result in improper evaluation of the building envelope performance.

We report here our findings to develop a Google SketchUp plugin that create 3D models of window and shadings according to the input data from the BEC software. Results of validating the plugin show that it is able to create 3D models correctly utilizing data from BEC text files. The software, therefore, could be used as a tool to check the accuracy of data input in BEC for calculating shading coefficient of external shading devices.

Keywords: BEC Software / Google SketchUp / Shading Device

