บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันพลังงานเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งด้านการผลิต การอยู่อาศัย และทุกกิจกรรมความเป็นอยู่ของมนุษย์ ซึ่งทำให้โลกตกอยู่ในสภาพสังคมบริโภคทั้งสินค้าทรัพยากรธรรมชาติ และทางด้านพลังงานมีปริมาณมากขึ้นตลอดเวลา แม้บางส่วนของทรัพยากรธรรมชาติ และแหล่งพลังงานบางอย่างสามารถหมุนเวียนขึ้นมาใหม่ได้เอง แต่ต้องอาศัยเวลาของกระบวนการตามธรรมชาติ จึงก่อให้เกิดการรณรงค์สู่วิถีชีวิตใหม่ที่ทำให้โลกรู้ถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์เต็มที่ ทำให้มีการนำต้นทุนจากสิ่งแวดล้อมเข้ามาคิดเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตด้วย แม้ว่าในปัจจุบันราคาของทรัพยากรธรรมชาติ และพลังงานยังต่ำกว่าคุณค่าที่แท้จริง แต่เชื่อว่าในเวลาอันใกล้นี้วิกฤตการณ์ทางด้านพลังงาน จะทำให้ราคาต้องปรับสูงขึ้นตามความเป็นจริง สำหรับสถานการณ์การใช้พลังงานในปัจจุบันของประเทศไทยนับวันจะมีความต้องการสูงขึ้น

ข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารปี 2547 พบว่า อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบแสงสว่างมีปริมาณที่สูงถึงร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และมีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศของอาคารคิดเป็นร้อยละ 60 จะเห็นได้ว่าการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้งานในส่วนของระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมาก ซึ่งยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นมากเรื่อยๆ ดังนั้นจึงมีการค้นหาแหล่งพลังงานที่นำมาทดแทนในส่วนของการใช้พลังงานจากปิโตรเลียมและพลังงานไฟฟ้า ข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยของจากกรมพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน แสดงว่า การกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่าง ๆ ของประเทศไทยมีค่าสูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีในพื้นที่ทั่วประเทศ พบว่า มีค่าเท่ากับ 18.2 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง

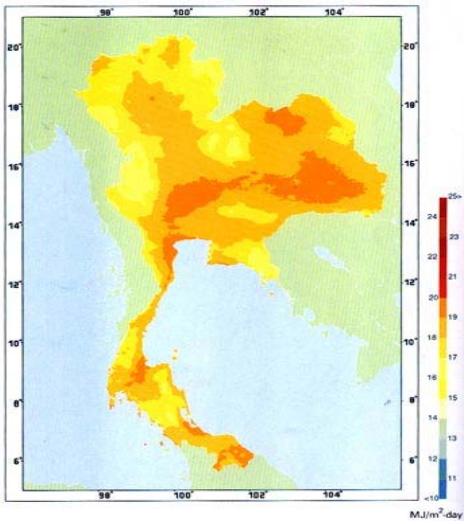
การออกแบบ และก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน วิศวกรต่างตระหนักถึงประโยชน์จากการใช้แสงธรรมชาติ แต่ในขณะเดียวกันอาคารที่มีการปรับอาคารทั้งหมดมีแนวโน้มการใช้พื้นที่กระจกมากขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดภาระความร้อนของระบบปรับอากาศมากตามอันเนื่องจากการส่งผ่านความร้อนของรังสีอาทิตย์ ปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้ โดยการใช้กระจกสีซึ่งสามารถลดการส่งผ่านแสง แต่ทำให้ความส่องสว่างภายในอาคารมีค่าน้อยลงจึงจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจาก

ไฟฟ้า นอกจากนั้นการมองทิวทัศน์ภายนอกของผู้อยู่อาศัยภายในต้องสูญเสียไปเกือบทั้งหมด เนื่องจากกระจกมีสีทึบมาก อีกทั้งพื้นที่กระจกที่มีมากทำให้เกิดการแผ่รังสีจากผิวกระจกที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศสูงตามมาด้วย

ดังนั้นการออกแบบ และทดลองระบบท่อนำแสง (Light pipe) มาติดตั้งภายในอาคาร เพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในการส่องสว่างภายในบริเวณอาคาร การเลือกใช้พลังงานให้เหมาะสมจะช่วยลดภาระในส่วนของค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานโดยรวมลงได้ในระยะยาว เพราะฉะนั้นการออกแบบระบบท่อนำแสงเป็นทางเลือกหนึ่งของการนำพลังงานในธรรมชาติที่สะอาด และสามารถแก้ปัญหาทางด้านพลังงานลงได้ สามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากระบบแสงสว่าง และลดภาระของระบบปรับอากาศให้ลดลงอีกด้วย จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร สำหรับการประหยัดพลังงานยังส่งผลถึงการนำพลังงานมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพย่อมเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการใช้พลังงานที่ได้มาจากแหล่งของพลังงานทุกรูปแบบในอนาคต เนื่องจากระบบท่อนำแสงเป็นระบบที่นำพลังงานแสงอาทิตย์จากบริเวณภายนอกอาคารนำมาใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร การทำวิจัยนี้จะออกแบบ และทดสอบการใช้ระบบดังกล่าวโดยพิจารณาทั้งในด้านของการให้แสงสว่างที่เหมาะสมภายในอาคาร ทิศทางการให้แสงสว่าง และรูปแบบของการกระจายแสงในเวลาต่างๆ ซึ่งการวิเคราะห์จะใช้สภาวะภูมิอากาศจริงในจังหวัดสงขลาแล้วนำข้อมูลที่ได้มาจำลองสถานการณ์การใช้งานด้วยโปรแกรม EnergyPlus Version 1.2.2 ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นล่าสุด ที่พัฒนาจากโปรแกรม DOE-2 และ BLAST โปรแกรมดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการจำลองต้นแบบระบบท่อนำแสงจากเวลาที่แตกต่างกันของการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในบริเวณอาคารได้ สำหรับความสามารถในการวิเคราะห์ค่าของโปรแกรมประกอบด้วยการทำสมดุลมวลและพลังงาน รวมทั้งประเมินระดับความส่องสว่าง การกระจายแสง การใช้พลังงานในอาคารต่างๆ

1.2 การตรวจเอกสาร

จากการศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,2004) พบว่า บริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเฉลี่ยทั้งปี 20 ถึง 24 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมดในประเทศไทย นอกจากนี้พบว่า 50.2 เปอร์เซ็นต์ ได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ในช่วง 18 ถึง 19 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

(Source: eppo, 2006)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการปฏิบัติงานภายใต้ระบบแสงสว่างที่เหมาะสม (โครงการเครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2004) พบว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น มากขึ้น และประณีตขึ้น ที่สำคัญยังทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธี (1) การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ (General Lighting) เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ใช้งานทั่วไป โดยการให้แสงสว่างจากโคมไฟที่ติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเพดาน ซึ่งทำให้มีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ (2) การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ (Localized General Lighting) เป็นวิธีการให้แสงสว่างโดยการออกแบบให้สอดคล้องกับการทำงานในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้ประหยัดพลังงานกว่าวิธีการแรก (3) การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งเป็นวิธีการให้แสงสว่างเสริมในส่วนที่ต้องการแสงในระดับสูง

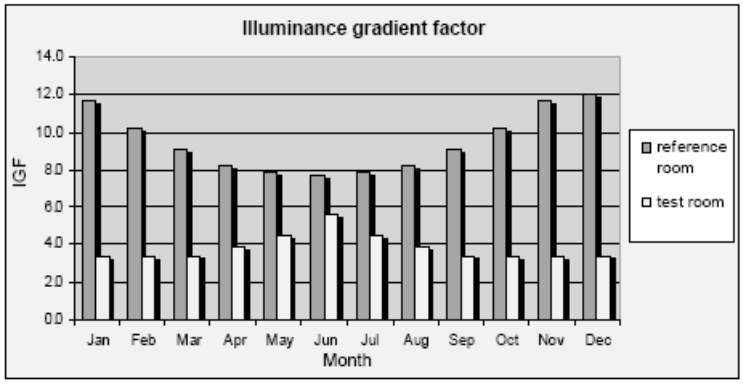
จากการออกแบบระบบส่องสว่างภายในอาคารจากการใช้แสงธรรมชาติ (ดำรง บัวย้อม, 1994) พบว่า การออกแบบใช้แสงธรรมชาติ มีทั้งการวิเคราะห์อย่างละเอียดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการคำนวณจากองค์ประกอบแสงธรรมชาติ วิธีการนี้ใช้กับห้องที่ไม่ซับซ้อน และสามารถให้ค่าเฉลี่ยที่ใช้ได้กับส่วนใหญ่ การคำนวณคิดในสภาวะท้องฟ้ามืดมิดมีค่าความสว่างต่ำที่สุด และเป็นค่าที่นำไปใช้ในการออกแบบแสงประดิษฐ์ร่วมกับผลการคำนวณความสว่างของแสงธรรมชาติภายในอาคารที่แปรผันตามแสงสว่างภายนอก โดยค่าคงที่ขึ้นอยู่กับตัวประกอบแก้ไขของค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ย มีค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าตัวประกอบลดลงตลอด

จากการทดลองระบบท่อนำแสง โดยสร้างหุ่นจำลองอาคารสูง 4 ชั้น และ 1 ชั้นใต้ดิน (ศุลีพร สุทธิเมธากร, 1994) พบว่า ขนาดพื้นที่อาคาร 7.6 เมตร × 30.5 เมตร ด้านข้างของอาคารติดอาคารข้างเคียง (ในสภาพจริง) ซึ่งมีการใช้ปล่องนำแสง และพื้นที่รวมความเข้มแสงด้วยกระจกรวมแสงผ่านท่อกลมในแนวดิ่ง การออกแบบได้กำหนดระดับส่องสว่างภายในไว้ที่ระดับ 807 ลักซ์ที่ระดับพื้นที่ทำงาน และให้มีความสม่ำเสมอของความส่องสว่างภายในห้อง 15 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งให้มีการรวมระบบของแสงสว่างจากไฟฟ้าประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ โดยมีระบบควบคุมอัตโนมัติใช้ปรับหมุนการรับแสงจากลำแสงทั้ง 2 ระบบ เมื่อความส่องสว่างจากดวงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ปล่องนำแสงและพื้นที่รวมความเข้มแสงเป็นกระจก ขนาดประมาณ 7 เมตร × 7 เมตร การนำพาแสงไปยังอาคารใช้การสะท้อนแสงด้วยกระจกเงาปรับมุมการสะท้อนได้เองที่ปลายท่อ สามารถปรับเปลี่ยนการรับแสงจากดวงอาทิตย์ มาเป็นการสะท้อนแสงจากแสงประดิษฐ์ได้ เมื่อแสงสว่างจากท้องฟ้าไม่เพียงพอ

จากการศึกษากิจกรรมหรือประโยชน์ใช้งานในพื้นที่ที่มีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้อย่างเหมาะสมและสามารถยอมรับความแปรปรวนของแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้น (สุนทร บุญญาธิการ, 1994) พบว่า กิจกรรมบางประเภทสามารถยอมรับการเปลี่ยนแปลงระดับการส่องสว่างได้ไม่มากนัก เช่น ห้องประชุม ห้องอ่านหนังสือ ห้องทำงานส่วนตัว เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ต้องการการควบคุมระดับการส่องสว่างเพื่อให้มีค่าคงที่ ในขณะที่กิจกรรมบางประเภทยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงของระดับการส่องสว่างได้บ้าง สำหรับกรณีที่ไม่รบกวนลักษณะการทำงานและประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมนั้นๆ เช่น ทางเดิน หรือบริเวณทำงานบางอย่างได้ การวิจัยพบว่าการประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารนี้จะคำนึงถึงการวางแนวทางในการออกแบบรูปทรงอาคาร รวมถึงตำแหน่งและขนาดของช่องแสงสว่างที่ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการส่องสว่างภายในอาคาร ได้แก่ การเลือกวัสดุช่องเปิด การเลือกชนิดของช่องแสงสว่างแบบต่างๆ สำหรับพื้นที่ใช้งานประเภทต่างๆ การระบายอากาศผ่านช่องเปิด การจัดแบ่งพื้นที่ภายในอาคาร การจัดระบบการควบคุมความสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเลือกใช้สีภายในอาคาร จะเห็นได้ว่าระบบแสงสว่างเป็นระบบที่มีความสำคัญที่สุดระบบหนึ่งในอาคาร และมีผลต่อการประหยัดพลังงาน

จากการศึกษาปริมาณความส่องสว่าง และระดับความเข้มของแสงธรรมชาติในประเทศไทย (สำนักงานการวัดปริมาณแสงธรรมชาติที่ AIT, 1988) พบว่า แสงธรรมชาติในประเทศไทยมีค่าสูงสุดในระหว่างเดือนเมษายนเพราะท้องฟ้าปลอดโปร่ง สำหรับปริมาณความส่องสว่างที่รองลงมาอยู่ในระหว่างเดือนสิงหาคม เนื่องจากฝนตกบ่อยทำให้ช่วงนั้นมีเมฆมาก โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณความส่องสว่างของแสงโดยตรง โดยรวม และการกระจายของแสงตามแนวราบของแสงธรรมชาติรายเดือนมีค่า 105×10^3ลักซ์ , 58×10^3 ลักซ์ และ 48×10^3 ลักซ์ ตามลำดับ

จากการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะทางด้านพลังงาน และแสงธรรมชาติของท่อนำแสงสว่างประเภทใหม่ (Canziani et al, 2004) พบว่า แหล่งพลังงานธรรมชาติที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆที่นำแสงสว่างมาใช้ภายในอาคาร นอกจากนี้การออกแบบอย่างง่ายในการใช้งานภายในบ้านโดยเป็นแนวทางที่ดีของการปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้เกี่ยวกับแสงสว่างจากแสงธรรมชาติได้ การวิจัยนี้ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำให้การแผ่รังสีของแสงภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคาร โดยควบคุมการกระจายแสงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของห้องต่างๆและควบคุมการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสภาพแวดล้อมภายนอก การพิจารณาสิ่งเหล่านี้เพื่อการออกแบบท่อนำแสง ซึ่งมีขนาดของโครงสร้างของห้องทดลองเท่ากับ 7 เมตร × 11.7 เมตร × 3.5 เมตร สำหรับท่อนำแสงจะติดตั้งหันไปทางทิศตะวันออก มีขนาดเท่ากับ 11.7 เมตร × 2 เมตร × 0.5 เมตร การวิจัยพบว่าค่าตัวประกอบของการส่องสว่างของแต่ละเดือนมีค่าไม่เท่ากัน แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ค่าตัวประกอบของการส่องสว่างของแต่ละเดือน

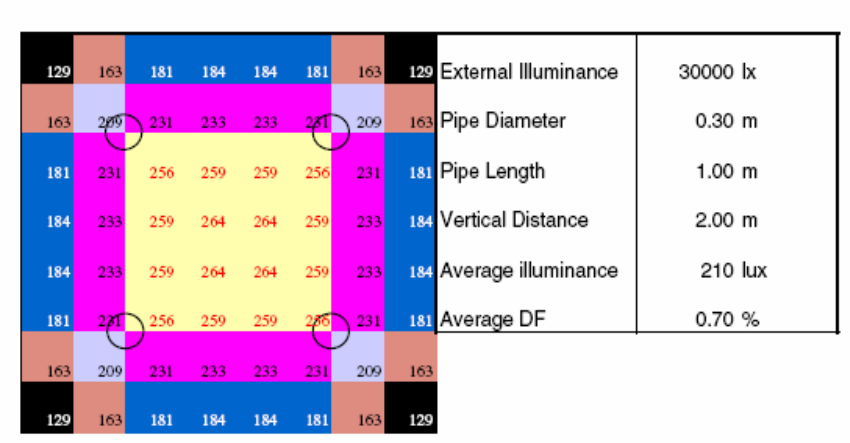
(Source: Canziani and Rossi, 2004)

จากการศึกษาระบบท่อนำแสงภายในฝ้าเพดานและการเอียงของมุมสะท้อนแสงลงสู่พื้นห้อง (Chairarattanon et al, 1996) พบว่า การใช้แสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์จะให้ความสว่างต่อหน่วยพื้นที่ได้มากกว่าแสงกระจายจากสภาพท้องฟ้าแบบท้องฟ้าโปร่ง การใช้ระบบนำแสงเพื่อลดปริมาณความร้อนจากแสงสว่าง เป็นลักษณะท่อนำแสงที่เสริมประสิทธิภาพการนำพาแสงให้ได้ปริมาณมากที่สุด ควรมีค่าการสะท้อนแสงของวัสดุที่ผิวผนังภายในให้มากที่สุด (Chairarattanon et al, 1994) และการปาดความเอียงจากด้านหน้าท่อมายังปลายท่อจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถของสายตามนุษย์ในการยอมรับความสว่างหรือความจ้าของแสง (Flynn , 1988) พบว่า ความสามารถของสายตาจะขึ้นอยู่กับทิศทางของมุมมองที่แสงสว่างนั้นเข้าสู้สายตา ถ้ามุมมองเป็นมุมเงยที่มีองศาของการมองยิ่งมากก็จะยิ่งทำให้สายตาสามารถยอมรับความจ้าได้มากขึ้น มีแนวทางในการแก้ปัญหา 3 วิธีดังนี้ (1) การคำนึงถึงมุมมองของสายตา

จากผู้ใช้ห้องภายในอาคาร วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบช่องแสงสว่างประการหนึ่งก็คือ การสร้างช่องแสงสว่างเพื่อความต่อเนื่องระหว่างภายในและภายนอกของอาคาร (2) การเลือกประเภทของช่องแสง โดยคำนึงถึงความจ้าของแสงที่ผ่านเข้ามาสู่สายตาผู้ใช้อาคารในทางทฤษฎีแล้วช่องแสงที่อยู่สูงกว่าระดับสายตายิ่งมาก ก็จะยิ่งทำให้ช่องแสงยอมให้แสงผ่านเข้ามาได้มาก (3) การออกแบบและควบคุมสภาพแวดล้อมทั้งภายใน และภายนอกอาคาร โดยคำนึงถึงการสะท้อนแสงจากภายนอกหรือช่องทางนำแสงไม่ให้มีแสงเข้ามามากจนรบกวนสายตาของผู้ใช้อาคาร

จากการศึกษาเกี่ยวกับวิธีพยากรณ์ท่อนำแสงที่มีโครงสร้างท่อนำแสงอย่างง่าย (David et al. 2004) พบว่า แสงธรรมชาติบริเวณภายนอกอาคารผ่านเข้ามาภายในห้องทดลองมีวิธีการพยากรณ์ท่อนำแสงแบบการทดลองกึ่งการคำนวณของค่าการสะท้อนแสง และมุมสะท้อนแสงที่เกิดขึ้น ซึ่งการพยากรณ์จะคำนึงถึงค่าตัวแปรที่ทำให้แสงธรรมชาติจากภายนอกอาคารผ่านเข้ามาในห้องทดลอง คือ ขนาดความกว้าง ขนาดความยาว ขนาดความหนาของท่อนำแสง ตำแหน่งของการติดตั้งท่อนำแสง และยังมีผนัง เพดาน พื้น การคำนวณการสะท้อนแสงจะพิจารณาหน้าตัดในแนวตั้งฉากแบบ 2 มิติ โดยใช้ระบบการวัดและแบบจำลองที่มีขนาดเท่ากับ 16 ตารางเมตร ค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งทุกๆจุดตามระยะเวลาในแต่ละวัน และมีความแตกต่างของการกระจายแสงสว่างในตำแหน่งต่างๆตามเวลาของแต่ละปีอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 1.3



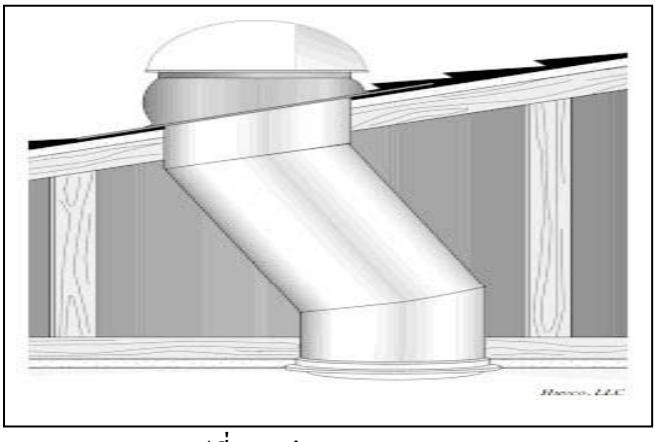
รูปที่ 1.3 ตำแหน่งทุกจุดตามระยะเวลา

(Source: David and Muneer, 2004)

จากการศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร (Runcharoen et al,1999) พบว่าโดยทั่วไปมีข้อจำกัดของความส่องสว่างในระยะลึกไม่เกิน 5 เมตรจากแนวขอบหน้าต่าง ซึ่งมีรูปทรงของท่อนำแสง 6 รูปแบบ คือ (1) ท่อนำแสงทรงกระบอกปลายท่อด้านเข้า และด้านออกเท่ากัน (2)ท่อนำแสงหน้าตัดสี่เหลี่ยมปลายท่อด้านเข้า และด้านออกเท่ากัน (3) ท่อนำแสง

ทรงกระบอกปลายท่อด้านเข้าขนาดใหญ่กว่าด้านออก (4) ท่อนำแสงหน้าตัดสี่เหลี่ยมปลายท่อด้านเข้าขนาดใหญ่กว่าด้านออก (5) ท่อนำแสงทรงกระบอกปลายท่อด้านเข้าขนาดเล็กกว่าด้านออก (6) ท่อนำแสงหน้าตัดสี่เหลี่ยมปลายท่อด้านเข้าขนาดเล็กกว่าด้านออก ซึ่งลำแสงที่ขนานกับแนวท่อจะมีประสิทธิภาพการนำแสงสูงสุด โดยจะแปรผกผันตามอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อต่อความยาว ซึ่งท่อนำแสงที่มีพื้นที่หน้าตัดวงกลมและมีรูปทรงกระบอกจะให้ประสิทธิภาพการนำพาแสงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่อความยาวท่อเท่ากับ 1 ต่อ 10 เท่า อย่างไรก็ตามปริมาณแสงจะมีประสิทธิภาพลดลง เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางการนำพาแสงแต่ละครั้ง ซึ่งการกระจายแสงที่ปลายท่อจะขึ้นกับทิศทาง และมุมของแสงที่กระทำภายในท่อนำแสง

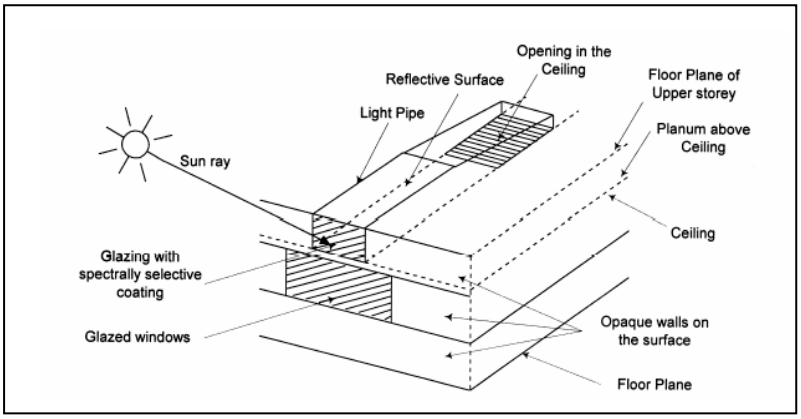
จากการศึกษาเกี่ยวกับการนำแสงธรรมชาติมาใช้โดยการใช้ท่อนำแสงแบบ Sun scope (Aizlewood et al, 1995) พบว่า การนำพาแสงในแนวดิ่ง มีส่วนประกอบดังนี้ ส่วนที่หนึ่ง โคมรับแสงเป็นส่วนของโคมอะคริลิกใส (Clear acrylic) ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านบนสุด โดยเป็นส่วนทางเข้าของแสง การที่โดมมีลักษณะโค้งเพื่อให้ทำความสะอาดด้วยตัวของมันเอง ซึ่งประกอบด้วยส่วนฐานรองที่ติดกับส่วนของหลังคา และรอยต่อต่างๆปิดด้วยเทปโฟมสีดำ สำหรับส่วนที่สองท่อนำแสงเป็นการนำพาแสงเข้ามาภายในอาคารจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ต้องการในพื้นที่นั้นๆ ตัวท่อนำแสงทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมเงาม้วนเป็นวงกลม ความยาวส่วนที่ยื่นจากตัวหลังคาจะไม่เกิน 16 นิ้ว และส่วนที่สาม ตัวกระจายแสงเป็นลักษณะโคมใสสีขาวเชื่อมรอยต่อระหว่างตัวท่อและตัวกระจายแสงด้วยเทปโฟมสีขาว การวิจัยพบว่า ปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารมีมากจึงทำให้เกิดภาระการทำความเย็นมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 ท่อนำแสงแบบ Sun scope

(Source: Aizlewood, 1995)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการนำผ่านแสงธรรมชาติในท่อนำแสงบริเวณเขตร้อนของโลกที่มีโครงสร้างท่อนำแสงแบบสี่เหลี่ยม (Chirarattananon et al, 1998) พบว่า ท่อนำแสงอาศัยหลักการสะท้อนแสงภายใน ทำให้แสงสามารถส่งผ่านจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งที่ไกลกว่าเดิม ซึ่งมีการสูญเสียความเข้มของแสงอันเนื่องมาจากการสะท้อนบนผิวขรุขระ และคุณสมบัติของตัวกลางที่ไม่เหมือนกัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของท่อนำแสงเป็นอุปสรรคในการนำแสงของท่อนำแสงโดยตรง การวิจัยนี้อาศัยลักษณะของการเปลี่ยนรูปทรงเรขาคณิตของท่อนำแสงเป็นหลัก จึงทำให้มีโอกาสรับแสงธรรมชาติมาก และยังสามารถช่วยให้มีการระบายอากาศที่ดี โดยมีหลักการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ส่วนคือ (1) มุมของดวงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบ (2) มุมในแนวระดับของท่อนำแสง (3) ขนาดพื้นที่ของท่อนำแสง แสดงดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ท่อนำแสงแบบสี่เหลียมมุมฉากตรง

(Source: Chirarattananon et al, 1998)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและตัวแปรของวัสดุในท่อนำแสงรูปทรงกระบอก (Swift and Smith, 1994) พบว่า การคำนวณทางวิธีวิทยาศาสตร์ในการกระจายแสงสว่างได้อย่างแม่นยำ โดยมีรูปแบบสมการที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการคำนวณหาการกระจายแสงสว่าง แสดงสมการที่ 1.1 และ 1.2

$$T_{2D} = R^{\text{int}[L\tan\theta/s]}(1-(1-R)(L\tan\theta/s - \text{int}[L\tan\theta/s])) \quad (1.1)$$

$$T = R^{\text{int}[L\tan\theta/s]} \quad (1.2)$$

โดยที่ T_{2D} คือ ค่าการกระจายแสง 2 ลำแสง (%)

T คือ ค่าการกระจายแสง 1 ลำแสง (%)

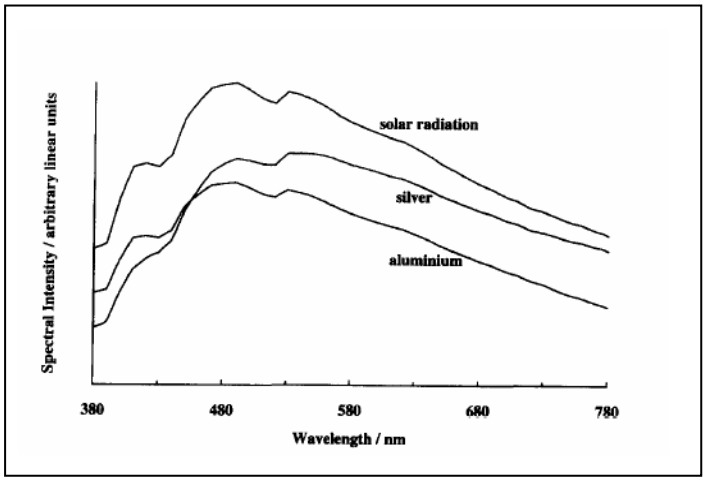
R คือ ค่าการสะท้อนแสง (%)

θ คือ มุมลำแสงการกระทบผิววัสดุ (องศา)

S คือ ความกว้างของท่อ (เมตร)

ρ คือ อัตราส่วนลักษณะท่อนำแสง

การออกแบบวัสดุผิวสะท้อนแสงสว่างภายในท่อนำแสงเพื่อให้เกิดการสะท้อนแสงได้สูงสุด ซึ่งจะทำให้ลำแสงที่กระทบผิวได้มุมสูงสุด และมีความยาวคลื่นตามขวางสูงตามมาด้วย แสดงผลการทดลองดังรูปที่ 1.6

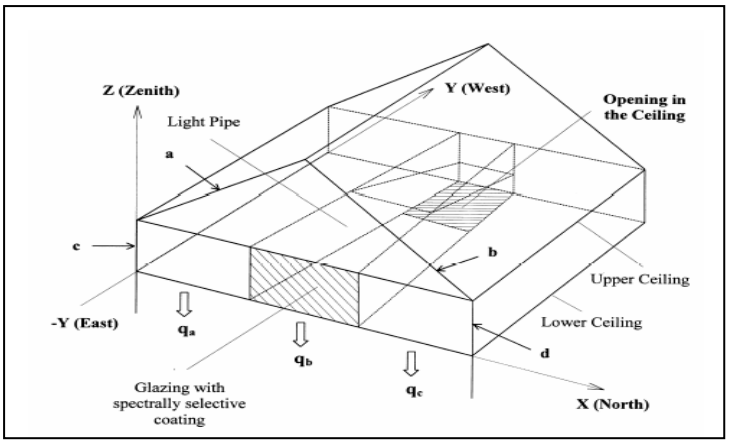


รูปที่ 1.6 การเปรียบเทียบท่อนำแสงระหว่างวัสดุเงินผิวขัดมันและอะลูมิเนียมผิวขัดมัน

(Source: Swift and Smith, 1994)

จากงานวิจัยพบว่า วิธีคำนวณการกระจายแสงที่ดีขึ้นอยู่กับลักษณะตัวแปรการสะท้อนแสงของวัสดุ โดยวัสดุที่นำมาใช้ในท่อนำแสงเป็นเงินผิวขัดมันและอะลูมิเนียมผิวขัดมันที่มุมกระทบผิววัสดุ เท่ากับ 45 องศา ซึ่งมีค่าการกระจายแสงเท่ากับ 0.81 และ 0.66 ตามลำดับ การวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายแสงที่มุมกระทบผิววัสดุ เท่ากับ 45 องศา วัสดุที่เป็นเงินผิวขัดมันจะมีค่าการกระจายแสงที่ดีกว่าวัสดุที่เป็นอะลูมิเนียม

การศึกษาเกี่ยวกับการนำแสงธรรมชาติจากภายนอกอาคารเข้าทางช่องนำแสงในอาคารเขตร้อนของโลก (Hien and Chirarattananon, 2004) ซึ่งมีความสามารถที่ดีในการประยุกต์ใช้ระบบท่อนำแสงสว่างจากแสงธรรมชาติในบริเวณเขตร้อนของโลกที่มีระดับความเข้มของแสงธรรมชาติที่ไม่จำกัดในการทะลุผ่านช่องทางต่างๆของอาคาร โดยมีโครงสร้างของตัวท่อนำแสงแสดงดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 โครงสร้างของท่อนำแสง

(Source: Hien and Chirarattananon, 2004)

เมื่อแสงเดินทางกระทบกับอีกตัวกลางหนึ่ง ซึ่งมีดัชนีหักเหต่างกันจะทำให้เกิดการสะท้อนแสงและการหักเหไม่เหมือนกัน ทำให้แนวการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไปจากแนวเดิม สำหรับตัวท่อนำแสงจะอาศัยหลักการสะท้อนแสงภายในท่อนำแสง เมื่อแสงตกกระทบผิวรอยต่อของวัสดุ ทำให้แสงสามารถส่งผ่านจากที่หนึ่งไปยังอีกทีหนึ่งที่ไกลกว่าเดิม ในส่วนการสูญเสียความเข้มของแสงอันเนื่องมาจากการสะท้อนบนผิวขรุขระและคุณสมบัติของตัวกลางที่ไม่เหมือนกัน การวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณแสงที่ผ่านท่อนำแสงรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งอาศัยลักษณะของการเปลี่ยนรูปทรงเรขาคณิตของท่อนำแสงเป็นหลัก

1.3 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัย คือ ออกแบบ และทดสอบท่อนำแสงจากการใช้พลังงานแสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงของบริเวณภายนอกอาคารมาใช้ภายในบริเวณอาคารสำหรับการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

1.3.1 ทดสอบระบบท่อนำแสงจากเวลาต่างกันในช่วงกลางวันของแต่ละวัน

1.3.2 ตรวจวัดและประเมินปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เมื่อกำหนดเวลาใช้งาน

1.3.3 ศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิต่อระบบท่อนำแสง

1.3.4 ศึกษาวิธีเพิ่มระยะเวลาการใช้งานของระบบท่อนำแสง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 การรวมแสงสว่างที่ได้จากธรรมชาติจะทำให้สามารถลดพื้นที่ช่องเปิดของอาคารได้ ช่วยลดพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนของอาคารกับสภาพแวดล้อมภายนอก และยังคงได้รับแสงสว่างตามมาตรฐานเหมือนเดิม

1.4.2 สามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปเป็นแนวทางในการออกแบบระบบท่อนำแสงในอาคาร เพื่อลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร และเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสง

1.4.3 การออกแบบและประยุกต์อย่างมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับภูมิอากาศในภาคใต้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร

1.4.4 สามารถควบคุมอิทธิพลการรวมแสง นำพาแสง และการกระจายแสงให้ไปยังทิศทางและตำแหน่งที่ต้องการภายในอาคาร

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 การศึกษาในส่วนของแสงธรรมชาติที่ผ่านท่อนำแสงภายในบริเวณอาคาร จะศึกษาในช่วงเวลากลางวัน โดยมุ่งเน้นการออกแบบ และทดสอบท่อนำแสงจากแสงของท้องฟ้าที่เข้ามาจากทางด้านทิศตะวันตกของบริเวณอาคาร เพื่อลดปริมาณการนำความร้อนเข้ากรอบอาคาร และทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการนำแสงธรรมชาติที่นำมาใช้งาน

1.5.2 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างท่อนำแสง และพื้นที่สะท้อนแสงในระบบต่างๆ ใช้แผ่นอลูมิเนียมเรียบ ที่มีความเงา และมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสูง 95 เปอร์เซ็นต์เหมือนกันทั้งหมด โดยกำหนดให้คุณสมบัติของวัสดุเปลี่ยนแปลงตามเวลา ทั้งนี้เป็นการลดปริมาณงานทดสอบในส่วนของสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

1.6 สรุป

ในบทที่ 1 นี้ได้เสนอในส่วนบทนำเรื่อง แนวคิดต่างๆและการตรวจสอบเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวกับงานวิจัยด้านการออกแบบและทดสอบการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงในอาคาร และได้กำหนดวัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและขอบเขตของการวิจัย ในบทนี้จึงใช้เพื่อการศึกษาในบทต่อๆ ไป