การออกแบบในโครงสร้างไม้โดยใช้ไม้กระท้อนและไม้สะเดาเทียม เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้

Design Wood Structures for usage of Sandoricum Koctjope (Merr.) and Azadirachta excelsa (Jack.) as Structural Components in Wood Structures

จักรพันธ์ แสงสุวรรณ[1], วินัย อวยพรประเสริฐ[2], อุดมวิทย์ กาญจนวรงค์[1]
Chakkaphan Sangsuwan[1] Winai Ouypornprasert[2] Udomvit Kranjanavarong[1]

บทคัดย่อ

บทความนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไม้กระท้อน และไม้สะเดาเทียม ซึ่งเป็นไม้โตเร็ว มาใช้เป็นองค์ประกอบ ในโครงสร้างอาคารไม้ โดยอาศัยผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ จำนวน 11 รายการตามมาตรฐาน ASTM D-143 ให้อยู่ในช่วงแห่งความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 99 ตัวแปรสุ่มประกอบด้วยโมดูลัสยืดหยุ่นสำหรับการดัด (E) กำลังดัด กำลังเฉือน และน้ำหนักบรรทุกจร ตัวแปรสุ่มเหล่านี้ อาจแทนได้ดี ด้วยการแจกแจงแบบปกติ การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือขององค์อาคารใช้วิธีคำตอบถูกต้องบนพื้นฐานของข้อมูลทางวิศวกรรมในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการรับน้ำหนักของตง และคาน ถูกควบคุมด้วยพิกัดการโก่งตัว จึงกำหนดให้ความน่าจะวิบัติ (pf) $=10^{-4}$ และมี E เป็นตัวแปรหลักและในขณะที่การรับน้ำหนักของเสาถูกควบคุมด้วยน้ำหนักบรรทุกวิกฤตของออยเลอร์ จึงกำหนดให้ pf $=10^{-6}$ และมี E เป็นตัวแปรหลักเช่นกันในส่วนของการหาขนาดหน้าตัดขององค์อาคารไม้ที่เสนอ มีขั้นตอนการออกแบบที่คล้ายกับวิธีหน่วยแรงใช้งานตามมาตรฐาน ว.ส.ท. ต่างกันเพียงใช้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุกจรที่จัดเก็บในประเทศไทยแทนที่จะใช้ค่าที่ระบุตามเทศบัญญัติ ทั้งนี้ขนาดหน้าตัดที่ได้ตรงกับขนาดหน้าตัดที่ได้จากซอฟต์แวร์ WCCAL นอกจากนั้นยังพบอีกว่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่ได้จากการทดสอบแรงอัดและแรงดึงขนานเสี้ยนของไม้ สามารถประยุกต์นำมาใช้ในการทำนายค่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่ได้จากการทดสอบหากำลังรับแรงดัดของไม้ได้อย่างใกล้เคียงอีกด้วย

คำสำคัญ : การแจกแจงแบบปกติ การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ ความน่าจะวิบัติ วิธีคำตอบถูกต้อง

ABSTRACT

The objective of this technical paper was to propose the usage of Sandoricum Koctjope (Merr.) and Azadirachta excelsa (Jack.) which were two species of fast-growing wood as structural components based on statistical data obtained from 11 series of tests in accordance with ASTM D-143. The number of samples for each test was large enough to assure 99% interval of confidence. Random variables included modulus of elasticity for bending (E), bending

[1] วิทยาเขตเทเวศร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล Thewes Campus, Rajamangala Institue of Technology.
[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต Department of Civil Engineering, Rangsit University.

strength, shear strength and live loads. These variables could be represented well by normal distribution. Structural reliability was analyzed by accurate methods based on engineering data in Thailand. Results showed that behavior of joists and beams was controlled by deflections. Therefore the value of failure probability (p_f) was set 10^{-4} and the main variable was modulus of elasticity for bending. Whereas loading capacity of columns was controlled by Euler's loads. Thus p_f was set to10^{-6} and the major variable was also E. In this technical paper the proposed design procedures were similar to Working Stress Method as recommended by E.I.T. The only difference from E.I.T. standard was the value of live load. Instead of nominal live loads for residence, office and school as stated in the Municipal law, mean live loads based on data gathered in Thailand were recommended. Wood sections obtained from numerical procedures proposed were as large as those obtained from WCCAL Software. It was also interesting to note that the value of E for compression and tension parallel to grain of both species of wood could be used to predict the corresponding value of E for bending.

Key words : Normal Distribution, Reliability Analysis, Failure Probability, Accurate Methods

บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2536 มี 83.5 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 26 ของพื้นที่ประเทศซึ่งลดลงจากในปี พ.ศ. 2504 ที่เคยมีพื้นที่ป่าไม้ 171 ล้านไร่คิดเป็นร้อยละ 53 ของพื้นที่ประเทศ อัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้โดยเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2504-2536 คิดเป็น 2.73 ล้านไร่ต่อปี [1] และหากปล่อยให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงเช่นนี้ต่อไป เช่น ในปี พ.ศ. 2541 พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือร้อยละ 25.28 ของพื้นที่ประเทศ จะยังผลเสียหายให้แก่ประเทศโดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม พื้นที่ป่าไม้ซึ่งลดลงอย่างรวดเร็ว ยังผลให้ไม้เนื้อแข็งมีราคาแพง ทำให้ความนิยมในการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างไม้ลดลงตามไปด้วย ปัจจุบันแม้จะมีการใช้ไม้เป็นส่วนประกอบอาคาร เช่น วงกบ ประตู ผนังกั้นห้อง อยู่บ้าง ก็เป็นไม้เนื้อแข็งคุณภาพต่ำ ไม้เนื้ออ่อน หรือผลิตภัณฑ์จากเศษไม้เป็นส่วนใหญ่ ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น และสภาพภูมิประเทศของประเทศไทย การอยู่อาศัยในบ้านไม้มีความเหมาะสมมากกว่าบ้านผนังก่ออิฐฉาบปูน เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่มีค่าการดูดความร้อนน้อยกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน ดังนั้นการอาศัยในบ้านไม้จึงเย็นสบายกว่า และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อย่างเกินความจำเป็นในปัจจุบัน นอกจากนี้ ในเขตที่มีแผ่นดินไหวบ่อยครั้ง อาคารที่สร้างด้วยไม้มีศักยภาพในการรับแรงแผ่นดินไหว และมีโอกาสอยู่รอดมากกว่าอาคารที่สร้างด้วยวัสดุประเภทอื่น เนื่องจากไม้เป็นวัสดุอ่อนไหว (Flexible) และสามารถยืดหยุ่นตัวได้มากขณะเกิดแผ่นดินไหว ประเทศไทยมีไม้โตเร็วกว่า 40 ชนิด ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้น ไม้โตเร็วเหล่านี้มีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้เป็นไม้โครงสร้างได้ แต่เท่าที่ผ่านมายังขาดการวิจัยหาคุณสมบัติทางวิศวกรรม และการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเชิงโครงสร้างของไม้โตเร็วอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้ออกแบบใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้ไม้ชนิดต่างๆ เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างอาคาร ทำให้ไม้โตเร็วถูกนำไปใช้งานที่ไม่ได้ประโยชน์อย่างเต็มที่เป็นส่วนใหญ่ เช่น การเผาทำถ่าน และเชื้อเพลิง ทั้งที่ในระยะเวลาเพียง 12 ปี ไม้โตเร็วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 12 นิ้ว [2] จึงสมควรที่จะสนับสนุนให้มีการปลูกป่าไม้เนื้ออ่อนโตเร็วชนิดที่มีคุณสมบัติสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ได้

ใช้ไม้กระท้อน และสะเดาเทียมเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างไม้โดยทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ [3] ด้วยซอฟต์แวร์ CESTTEST [4] เพื่อหาคุณสมบัติทางสถิติของข้อมูลทางวิศวกรรมของไม้ทั้งสองชนิดรวมทั้งวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเชิงโครงสร้าง และออกแบบหาขนาดหน้าตัดองค์อาคารไม้โดยกำหนดค่าความน่าจะวิบัติเป็น 10^{-4} และ 10^{-6} สำหรับสภาวะขีดจำกัดด้านการใช้งานและสภาวะขีดจำกัดเชิงประลัย ตามลำดับ สำหรับการออกแบบหาขนาดหน้าตัดองค์อาคารตามมาตรฐาน ว.ส.ท. [5] ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในปัจจุบันต่างกันเพียงใช้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุกจร [6] แทนที่จะใช้ค่าน้ำหนักบรรทุกจรจากเทศบัญญัติฯ

วิธีการวิจัย

ขอบเขตและรายละเอียดการศึกษา

ลักษณะอาคาร เป็นโครงสร้างไม้ 2 ชั้น อย่างง่าย ประกอบด้วย ที่พักอาศัย สำนักงานและโรงเรียนการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเชิงโครงสร้างเป็นแบบไม่ขึ้นกับเวลา ตัวแปรสุ่มประกอบด้วย กำลังดัด กำลังเฉือน กำลังอัดและโมดูลัสยืดหยุ่น โดยสมมติให้มีรูปแบบการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) และตัวแปรสุ่มที่ใช้วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเป็นแบบไม่มีสหสัมพันธ์

ทฤษฎีความน่าเชื่อถือเชิงโครงสร้าง

ความน่าเชื่อถือเชิงโครงสร้าง (p_s) คือ ความน่าจะเป็นที่ความต้านทานของโครงสร้าง (Structural Resistance, R) จะมีค่ามากกว่าผลของน้ำหนักบรรทุก (Load Effects, S) ตลอดอายุการใช้งาน [7] ดังแสดงในสมการ ที่ 1

$$p_s = \Pr(R > S) \qquad (1)$$

ในทางปฏิบัตินิยมนำเสนอ ความน่าเชื่อถือทางโครงสร้างในรูปของพจน์เติมเต็ม ได้แก่ ความน่าจะวิบัติ (p_f) ซึ่งสามารถเขียนในรูปสมการที่ 2

$$p_f = \Pr(R \leq S) \qquad (2)$$

เราอาจนิยามการวิบัติ ในรูปของสภาวะขีดจำกัด ได้ แก่

1. สภาวะขีดจำกัดเชิงประลัย (Ultimate Limit State) เป็นสภาวะขีดจำกัดของโครงสร้างหรือองค์ประกอบของโครงสร้างที่พังทลายหรือสูญเสียความมั่นคง

2. สภาวะขีดจำกัดด้านการใช้งาน (Serviceability Limit State) เป็นสภาวะขีดจำกัด ที่ระบบโครงสร้างหรือองค์ประกอบของโครงสร้างมีพฤติกรรมการรับน้ำหนักเกินพิกัดที่ยอมรับได้สำหรับการใช้งานในสภาวะปกติ

3. สภาวะขีดจำกัดด้านความทนทาน (Durability Limit State) เป็นสภาวะขีดจำกัดซึ่งโครงสร้างหรือองค์ประกอบของโครงสร้างเกิดการวิบัติภายหลังการใช้งานเป็นระยะเวลายาวนาน

การวิจัยนี้พิจารณาสภาวะขีดจำกัดเชิงประลัยและสภาวะขีดจำกัดด้านการใช้งาน โดยกำหนดค่าความน่าจะวิบัติเท่ากับ 10^{-6} และ 10^{-4} ตามลำดับ [8] สภาวะขีดจำกัดอาจถูกกำหนดในรูปของฟังก์ชันสภาวะขีดจำกัด (Limit State Function-Z) ได้ดังสมการที่ 3

$$Z = g(\underline{X}) \qquad (3)$$

เมื่อ $\underline{X}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรสุ่ม $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n$ นอกจากนี้ p_f อาจเขียนในรูปตัวย่อดังสมการที่ 4

$$p_f = \int_{D_f} f_{\underline{X}}(\underline{x})dx \qquad (4)$$

เมื่อ $f_{\underline{X}}(\underline{x})$ เป็นฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นร่วม (Joint Probability Density Function)

จากแนวความคิดนี้ p_f คือ การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมบนบริเวณวิบัติ ดังนั้น

สำหรับกรณีตัวแปรสุ่ม 2 ตัว p_f ก็คือ ปริมาตรใต้ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นร่วมนั่นเอง ฟังก์ชันสภาวะขีดจำกัด อาจเขียนในรูปอย่างง่าย ดังสมการที่ 5

$$Z = g(\underline{X}) = R - S \qquad (5)$$

ในกรณีที่ R และ S มีการแจกแจงแบบปกติ สภาวะขีดจำกัดจะมีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ดังนั้นหากกำหนดให้ $_R$ และ $_S$ คือค่าเฉลี่ยของ R และ S ตามลำดับ ในขณะที่ $_R$ และ $_S$ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ R และ S ตามลำดับ อัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยต่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสภาวะขีดจำกัด คือ

$$\frac{\mu_g}{\sigma_g} = \frac{\mu_R - \mu_S}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}} \qquad (6)$$

ที่สภาวะขีดจำกัด

$$g(\underline{x}) = 0 : \quad p_f = \Phi(z_{g=0}) \qquad (7)$$

โดยที่

$$Z_{g=0} = \frac{0 - \mu_g}{\sigma_g} = -\beta \qquad (8)$$

ซึ่ง $(\bullet)$ คือความหนาแน่นน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานและคือดัชนีความปลอดภัย (Safety Index)

กรณีของสภาวะขีดจำกัด มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง และตัวแปรสุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ สมการที่กล่าวมาจะให้ค่าที่ถูกต้อง การศึกษาที่ผ่านมา [9-10] พบว่าความต้านทานเชิงโครงสร้างจะมีขีดจำกัดบนของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (Limit coefficient of Variation; Limit : $_R$) ดังแสดงในสมการ 9

$$\Omega_R = \frac{1}{\beta} \qquad (9)$$

สำหรับสภาวะขีดจำกัดเชิงประลัย p_f เท่ากับ 10^{-6} Limit $_R$ อยู่ที่ 0.210 ในขณะที่ขีดจำกัดด้านการใช้งานนั้น p_f เท่ากับ 10^{-4} Limit $_R$ จะมีค่าเท่ากับ 0.269

สภาวะขีดจำกัดเชิงประลัย สำหรับรับแรงดัดของตงและคาน ดังแสดงในสมการที่ 10

$$g(\underline{X}) = F_b - \frac{6M}{bd^2} \qquad (10)$$

เมื่อ b, d คือ ความกว้าง ความลึกของตง และคาน M คือโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อหน้าตัด และ F_b คือ กำลังดัด

สภาวะขีดจำกัดด้านการใช้งาน สำหรับรับแรงเฉือนของตงและคาน ดังแสดงในสมการที่ 11

$$g(\underline{X}) = F_h - \frac{3V}{2bd} \qquad (11)$$

เมื่อ V คือแรงเฉือนที่กระทำต่อหน้าตัดและ F_h คือ กำลังการรับแรงเฉือน

สภาวะขีดจำกัดด้านการใช้งาน สำหรับการโก่งตัวในแนวดิ่งของตงและคาน สามารถแสดงได้ดังสมการ 12

$$g(\underline{X}) = \Delta_{Limit} - \Delta_{max} \qquad (12)$$

เมื่อ Δ_{LIMIT} คือ ค่าโก่งตัวที่ยอมให้ Δ_{max} คือ ค่าโก่งมากที่สุดในแนวดิ่งที่กลางชิ้นส่วน สำหรับชิ้นส่วนที่มีฐานรองรับแบบธรรมดา ในกรณีของน้ำหนักแผ่สม่ำเสมอ

$$\Delta_{Limit} = \frac{L}{360} \quad \text{และ} \quad \Delta_{max} = \frac{5wL^4}{384EI}$$

เมื่อ w คือ น้ำหนักแผ่สม่ำเสมอตลอดชิ้นส่วน L คือ ความยาวช่วงชิ้นส่วน E คือ โมดูลัสยืดหยุ่น และ I คือ โมเมนต์เฉื่อย ของรูปตัดชิ้นส่วนรอบแกนสะเทิน

สภาวะขีดจำกัดเชิงประลัยของเสา ที่เกิดจากการโก่งเดาะตามสมการของออยเลอร์ แสดงได้ดังสมการ 13

$$g(\underline{X}) = \frac{\pi^2 EI}{L^2} - P \qquad (13)$$

เมื่อ P คือ แรงอัดที่กระทำกับเสา

ตัวอย่างคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของไม้กระท้อนและไม้สะเดาเทียม [11] ดังแสดงในตารางที่ 1 และน้ำหนักบรรทุกจร [6] ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตัวอย่างคุณสมบัติทางวิศวกรรมของไม้ในประเทศไทยที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 99% [11]

ชื่อไม้	G	E; ksc (Ω)	F_b; ksc (Ω)	F_h; ksc (Ω)
กระท้อน	0.506	74,338 (0.162)	522.10 (0.178)	82.82 (0.201)
สะเดาเทียม	0.342	56,292 (0.193)	389.42 (0.173)	52.59 (0.249)

เมื่อ G คือ ความถ่วงจำเพาะ

ตารางที่ 2 ตัวอย่างคุณสมบัติทางวิศวกรรมของน้ำหนักบรรทุกจรในประเทศไทย [6]

ประเภทการใช้อาคาร	ค่าที่ระบุ (กก./ม.^{2})	ค่าเฉลี่ย (กก./ม.^{2})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	COV. (Ω)
พักอาศัย	150	182.4	33.33	0.186
สำนักงาน	250	350	63.85	0.180
โรงเรียน	300	163.3	21.72	0.133

เมื่อ COV. คือ สัมประสิทธิ์การแปรผัน

ผลและวิจารณ์

จากการวิจัยตามทฤษฎีข้างต้น มีผลดังนี้คือ

1. ตัวแปรเชิงกำหนดประกอบด้วย ระยะเรียงของตง ความกว้าง ความยาวของตง และคานตามลำดับ

2. ตัวแปรเชิงน่าจะเป็น ประกอบด้วย กำลังดัด กำลังเฉือน โมดูลัสยืดหยุ่น และน้ำหนักบรรทุกจร ในรูปของค่าเฉลี่ยต่อค่าระบุ และสัมประสิทธิ์การแปรผัน

3. จากการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรสุ่ม [12] พบว่า ตัวแปรเชิงน่าจะเป็นจะมีผลต่อขนาดหน้าตัดมากกว่า ตัวแปรเชิงกำหนด

4. ตัวอย่างขีดจำกัดบนของสัมประสิทธิ์การแปรผัน สำหรับคุณสมบัติทางวิศวกรรมเมื่อตัวแปรมีการแจกแจงแบบปกติ ดังแสดงในตารางที่ 3

5. สำหรับเสา น้ำหนักบรรทุกวิกฤตของออยเลอร์จะเป็นตัวควบคุมการวิบัติ

6. กรณีของ ตง และคาน สภาวะขีดจำกัดด้านการใช้งานเป็นส่วนที่ควบคุมขนาดหน้าตัดขององค์อาคาร แต่ก็มีโอกาสที่สภาวะขีดจำกัดเชิงประลัยจะเป็นตัวควบคุม ขนาดหน้าตัดองค์อาคาร เมื่อสัมประสิทธิ์การแปรผันของโมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าน้อยกว่า 0.20 แต่สัมประสิทธิ์การแปรผันของกำลังดัด มีค่าเข้าใกล้ขีดจำกัดบนของสัมประสิทธิ์การแปรผัน

ตารางที่ 3 ประเภทของสภาวะขีดจำกัดและขีดจำกัดบนของสัมประสิทธิ์ การแปรผัน

ประเภทความต้านทาน	สภาวะขีดจำกัด	P_f	limit (Ω)
กำลังรับแรงดัด	เชิงประลัย	10^{-6}	0.210
กำลังรับแรงเฉือน	การใช้งาน	10^{-4}	0.269
โมดูลัสยืดหยุ่นของตงและคาน	การใช้งาน	10^{-4}	0.269
โมดูลัสยืดหยุ่นของเสา	เชิงประลัย	10^{-6}	0.210

7. เสนอขั้นตอนการออกแบบ ดังรูปที่ 1 การหาค่า FS (Factor of safety) [10] จากสมการ 14 และสมการ 15 หรือหาได้จากชาร์ตสำหรับหาค่า FS [12-13] โดยแยกตามประเภทการใช้องค์อาคาร และความน่าจะวิบัติ ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3

$$\Omega_s = \frac{\Omega_{LL}}{1+\frac{DL}{\mu_{LL}}} \qquad (14)$$

$$FS-1=\beta\cdot\sqrt{(FS)^2\cdot(\Omega_R)^2+(\Omega_S)^2} \qquad (15)$$

เมื่อ FS คือ ส่วนปลอดภัย β คือดัชนีความปลอดภัย Ω_R คือค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของความต้านทานเชิงโครงสร้าง และ Ω_S คือ ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของผลของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง Ω_{LL} คือ สัมประสิทธิ์การแปรผันของน้ำหนักบรรทุกจร DL คือ น้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงสร้าง และ μ_{LL} คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักบรรทุกจร

จากตัวอย่าง การออกแบบตงไม้ ที่มีฐานรองรับแบบธรรมดา ให้ขนาดความหนาของตง 2″ ระยะเรียงของตง 0.50 m ความยาว 3.5 m พื้นหนา 1″ อาคารประเภทบ้านพักอาศัย ใช้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุกจร 182.4 kg/m^2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน 0.186 ไม้โครงสร้างใช้ไม้กระท้อนมีข้อมูลทางวิศวกรรมดังนี้คือ โมดูลัสยืดหยุ่น 74,338 kg/cm^2 สัมประสิทธิ์การแปรผันของโมดูลัสยืดหยุ่น 0.162 กำลังรับแรงดัด 522.10 kg/cm^2 สัมประสิทธิ์การแปรผัน 0.178 กำลังรับแรงเฉือน 82.82 kg/cm^2 สัมประสิทธิ์การแปรผัน 0.201 และความถ่วงจำเพาะ 0.506

ตรวจสอบสัมประสิทธิ์การแปรผันของโมดูลัสยืดหยุ่น และกำลังเฉือน น้อยกว่า 0.269 และสัมประสิทธิ์การแปรผันของกำลังดัด น้อยกว่า 0.210 (Limit : Ω_R)

สมมติขนาดหน้าตัดตง 2″× 6″ หาน้ำหนักบรรทุกคงที่ W_{DL} ซึ่งคำนวณจากน้ำหนักพื้นรวมกับน้ำหนักตงเท่ากับ 10.33 kg/m หารด้วยน้ำหนักบรรทุกจร 91.2 kg/m มีค่าเท่ากับ 0.113 ดังนั้นหาค่า Ω_S และ FS จากสมการที่ 14 และ15 จะได้ค่า Ω_S = 0.176 และ FS = 2.79 ดังนั้นสามารถหาค่าการโก่งตัวที่ยอมให้ $\frac{L}{360\times 2.79}$ มีค่าเท่ากับ 0.497 cm เมื่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุกจร W_{LL} = 182.4 kg/m^2 และ E = 74,340 kg/m^2 หาขนาดหน้าตัดจากสมการที่ 16

$$0.497=\frac{5\left(W_{DL}+W_{LL}\right)(L^4)}{384EI} \qquad (16)$$

จะได้ความลึก (d) ของ ตง = 26.265 ซม. เลือกขนาดหน้าตัดของตงไม้ที่แต่งไสแล้ว 2″× 12″ ตรวจสอบ $\frac{DL}{\mu_{LL}}$ ของขนาดหน้าตัดที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.144 ซึ่งมีค่ามากกว่าที่สมมติ (0.113)

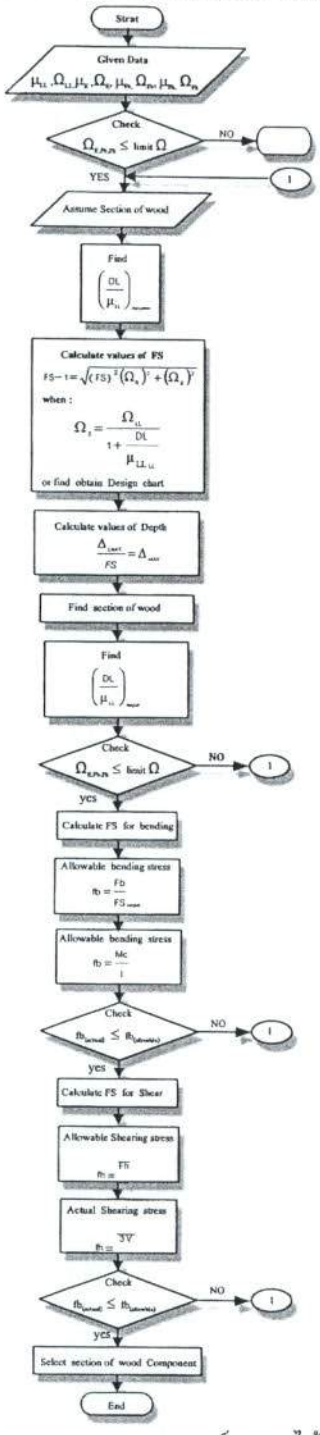
ดังนั้นใช้ขนาดหน้าตัดตง 2″ × 12″ และคำนวณหาตัวคูณประกอบความปลอดภัย FS ใหม่ เมื่อน้ำหนักบรรทุกคงที่ DL = 13.178 kg/m หารด้วยน้ำหนักบรรทุกจร LL= 91.2 kg/m จะได้ $\frac{DL}{\mu_{LL}}$ เท่ากับ 0.144 และจากสมการที่ 14 และ 15 จะได้ค่า Ω_s = 0.162 และได้ค่า FS = 2.78 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ควบคุมพิกัดการโก่งตัวของตง

สำหรับการคำนวณหา FS กรณีของกำลังรับแรงดัด เมื่อ Ω_R = 0.178 และ $\frac{DL}{\mu_{LL}}$ = 0.144 และจากสมการที่ 14 และ 15 จะได้ค่า FS = 6.818 ซึ่งให้ค่าตรงกันกับที่แสดงในรูปที่ 2 ค่าหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ได้จากแรงดัดจากการทดสอบหารด้วยตัวคูณประกอบความปลอดภัย ($\frac{5221}{6.818}$)มีค่าเท่ากับ 76.572 kg/cm^2

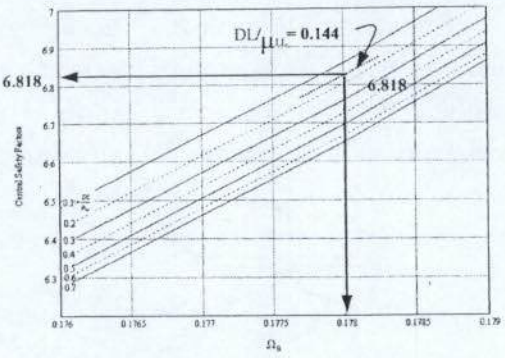
คำนวณหาหน่วยแรงดัดที่เกิดขึ้น $\frac{6M}{bd^2}$ โดย M คือ โมเมนต์ของหนักบรรทุกคงที่ และค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุกจร 182.4 kg/m^2 จะได้ค่าหน่วยแรงดัดเท่ากับ 27.363 kg/cm^2 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ 76.572 kg/cm^2 (ใช้ได้)

คำนวณหา FS สำหรับกำลังเฉือน เมื่อ Ω_R = 0.201 และ $\frac{DL}{\mu_{LL}}$ = 0.144 จะได้ FS เท่ากับ 4.188 ดังแสดงในรูปที่ 3 และคำนวณหาหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ที่ได้จากการทดสอบหารด้วย FS 82.822/4.18 มีค่าเท่ากับ 19.776 kg/cm^2 และตรวจสอบหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจริง $\frac{3V}{2bd}$ โดยที่ V คือแรงเฉือนที่เกิดจากหนักบรรทุกคงที่ และค่าเฉลี่ยของหนักบรรทุกจร 182.4 kg/m^2 จะได้ค่าหน่วยแรงเฉือนเท่ากับ 0.931 kg/cm^2 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ 19.776 kg/cm^2 (ใช้ได้)

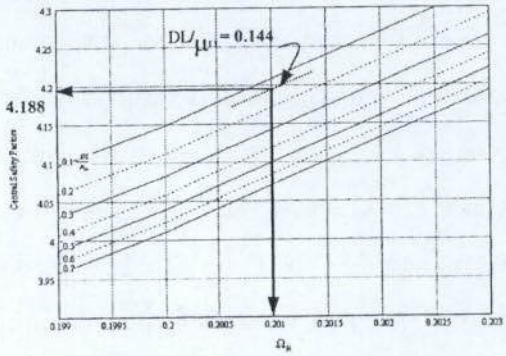
ดังนั้นเลือกใช้ตงไม้ขนาด 2″ × 12″ ซึ่งขนาดหน้าตัดที่คำนวณได้มีค่าตรงกันกับที่คำนวณได้จากซอฟต์แวร์ WCCAL เพราะฉะนั้น เลือกใช้ตงไม้กระท้อนขนาด 2″ × 12″ ดังแสดงขั้นตอนการคำนวณ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบองค์อาคารไม้ที่สภาวะขีดจำกัดด้านการโก่งตัวและกำลังรับแรงดัด



รูปที่ 2 ตัวอย่างการหาค่า FS สำหรับกำลังดัด (ที่พักอาศัย)



รูปที่ 3 ตัวอย่างการหาค่า FS สำหรับกำลังเฉือน (ที่พักอาศัย)

ตารางที่ 4 ขนาดที่เหมาะสมของไม้กระท้อนและไม้สะเดาเทียมสำหรับการใช้เป็นองค์อาคารส่วนต่าง ๆ

ชนิดขององค์ประกอบ	ขนาดหน้าตัดองค์อาคาร ตามประเภทอาคาร					
	ที่พักอาศัย		สำนักงาน		โรงเรียน	
	กระท้อน	สะเดาเทียม	กระท้อน	สะเดาเทียม	กระท้อน	สะเดาเทียม
ตง	2" x 12" @ 0.50 ม.	1½" x 12" 2" x 12" @ 0.50	2" x 14" @ 0.50 ม.	1½" x 16" 2" x 16" @ 0.50	2" x 12" @ 0.50 ม.	1½" x 14" 2" x 12" @ 0.50
คาน	2-2" x 12"	2-2" x 12"	2- 2" x 14"	2- 2" x 14"	2- 2" x 12"	2- 2" x 12"
	2-3" x 10"	2-3" x 10"	2- 3" x 12"	2- 3" x 12"	2- 3" x 10"	2- 3" x 10"
เสา	5" x 5"	8" x 8"	6" x 6"	8" x 8"	5" x 5"	8" x 8"

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. บทความนี้ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบองค์อาคารไม้ที่มีความน่าเชื่อถือแบบสม่ำเสมอ ซึ่งให้ขนาดหน้าตัดขององค์อาคารไม้เท่ากับที่ได้จากซอฟต์แวร์ WCCAL [12-14] และแนะนำขนาดที่เหมาะสมของไม้กระท้อนในการใช้ดังตารางที่ 4

2. ขนาดหน้าตัดของเสาถูกควบคุมด้วยน้ำหนักบรรทุกวิกฤตของออยเลอร์ ตัวแปรสุ่มที่ควบคุมความต้านทานเชิงโครงสร้างได้แก่ โมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ การวิบัติของเสาเป็นสภาวะขีดจำกัดเชิงประลัย กำหนดให้ค่าความน่าจะวิบัติเป็น 10^{-6} ขีดจำกัดบนของสัมประสิทธิ์การแปรผันของโมดูลัสยืดหยุ่นจะมีค่าเท่ากับ 0.210

3. ขนาดหน้าตัดของตง และคาน มักจะถูกควบคุมโดยขีดจำกัดด้านการโก่งตัว ตัวแปรที่ควบคุมได้แก่ โมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ ความน่าจะวิบัติ มีค่าเท่ากับ 10^{-4} ขีดจำกัดของสัมประสิทธิ์การแปรผันของโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้เท่ากับ 0.269 ในบางกรณีกำลังดัดอาจควบคุมการออกแบบได้ หากสัมประสิทธิ์การแปรผันของโมดูลัสยืดหยุ่น มีค่าน้อยกว่า 0.20 แต่สัมประสิทธิ์ของกำลังดัด มีค่าเข้าใกล้ขีดจำกัดบนของ

สัมประสิทธิ์การแปรผัน ในส่วนของกำลังเฉือนมักไม่ค่อยมีผลต่อการออกแบบ

4. ขั้นตอนการออกแบบองค์อาคารไม้ที่มีความน่าเชื่อถือแบบสม่ำเสมอที่เสนอนั้น มีลักษณะคล้ายกับการออกแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เพียงแต่ ใช้น้ำหนักบรรทุกจรเฉลี่ยแทนที่จะใช้น้ำหนักบรรทุกจรที่ระบุตามเทศบัญญัติ ฯ

5. อัตราส่วนปลอดภัยของโครงสร้าง แทนที่จะมีค่าคงตัว ตามวิธีออกแบบดั้งเดิม จะแปรเปลี่ยนไปตามคุณสมบัติทางสถิติและคำนวณได้จากความสัมพันธ์แบบกำลังสอง ของ FS Ω_R และ Ω_S จากความสัมพันธ์ดังกล่าว จะทำให้ได้ชาร์ตสำหรับการหาค่า FS ของอาคารแต่ละประเภท ที่สภาวะขีดจำกัดด้านการใช้งานและขีดจำกัดเชิงประลัย ในส่วนสัมประสิทธิ์การแปรผันของผลของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง อาจประมาณค่าจากน้ำหนักบรรทุกจร และน้ำหนักบรรทุกคงที่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตศาลายา และเจ้าหน้าที่ทดสอบวัสดุทุกท่านของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

บรรณานุกรม

1. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. **นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2540-2559** หน้า22-23
2. สุรีย์ ภูมิภมร และอนันต์ คำคง (บรรณาธิการ). **ไม้โตเร็วอเนกประสงค์พื้นเมืองของประเทศไทย.** คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัย และพัฒนาทรัพยากรป่าไม้และไม้โตเร็วอเนกประสงค์.
3. American Institute of Timber Construction Timber Construction Manual 2nd ed. Englewood, Colorado, 1974.
4. W.Ouypornprasert, Goodness-of-Fit Test for Common Continuous in Civil Engineering Editor-in-Chief Y.H.Wu, Proceedings of CMM2002 ,22-24 May 2002, at Century Park Hotel, Bangkok, Organized by Mahidol University, the EAST-WEST Journal of Mathematics, the special Volume, ISSN 1513-489 X, page 24.
5. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, **มาตรฐานสำหรับอาคารไม้**, คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา 2515-16, 2517.
6. สุชาติ ชะโยชัยชนะ. **การวิเคราะห์ค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกในงานคอนกรีตเสริมเหล็กตามสภาพก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธาบัณฑิตมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2531.
7. W. Ouypornprasert, Methods to Calculate Structural Reliability. Internal Working Report No. 18 : Institute of Engineering Mechanics, University of Innsbruck, Austria, 1988.
8. W. Ouypornprasert, Towards Calibration of Building Design Codes for ASEAN Countries, in the Proceedings of CAFEO-19 (the19th Conference of the ASEAN Federation of Engineering Organisation), 22-24 October 2001 at the Center Point Hotel, Gadong, Bandar Seri Begawan, Negara Brunei Darussalam, page 217-225.
9. W.Ouypornprasert and T. Jirayut, Algorithms for Determination of Allowable Holding Loads for Nails and Screws Based on Probability Theory, International Journal of Materials Structural Reliability. 2 (2003): 89-99.

10. P. Ngamcharoen and W. Ouypornprasert, Asymptotic Coefficient of Variation of Structural Response against Target Reliability, International Journal of Materials Structural Reliability. 1(2004): 59-74.

11. จักรพันธ์ แสงสุวรรณและคณะ, **"การใช้ไม้เนื้ออ่อนโตเร็วในประเทศไทยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้"** โครงการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล งบประมาณปี 2546.

12. มงคลกร ศรีวิชัย และคณะ, ชาร์ตออกแบบองค์อาคารไม้โดยอาศัยขีดจำกัดด้านกำลัง, ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต: 2546.

13. อัปสร จุมพรม และคณะ, **ชาร์ตออกแบบองค์อาคารไม้โดยโมดูลัสยืดหยุ่น.** ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต: 2546.

14. นพดล ฉายปัญญา, **การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือขององค์อาคารไม้เนื้ออ่อนโดยใช้ข้อมูลทางวิศวกรรมในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (โครงสร้าง), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต: 2545.

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล
(ภาษาไทย) จักรพันธ์ แสงสุวรรณ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Chakkarphan Sangsuwan

2. รหัสประจำตัวประชาชน
3120600082737

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6 สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตเทเวศร์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมหมายเลขโทรศัพท์และโทรสารและ E-mail
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา วิทยาเขตเทเวศร์
เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์ : 02-2829009-15 ต่อ 490, 128 Fax : 02-2829009 ต่อ 128 (ฝ่ายวิชาการ)
E-mail : Chak_Sn@rit.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2534	ปริญญาตรี	อส.บ. สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีปทุม
พ.ศ.2543	ปริญญาโท	วศ.ม. สาขาวิศวกรรมโยธา (โครงสร้าง) มหาวิทยาลัยรังสิต

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

6.1 การวิเคราะห์เชิงสถิติวัสดุวิศวกรรม
- การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือทางโครงสร้าง
- การวิเคราะห์โครงสร้าง
- คุณสมบัติเชิงกล และเชิงกายภาพของไม้ในประเทศไทย

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศโดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่า เป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัยเป็นต้น

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย (ไม่มี)

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การใช้ไม้เนื้ออ่อนโตเร็วในประเทศไทยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้วชื่อ : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

7.3.1 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทางออกแบบตามมาตรฐาน ว.ส.ท.
สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย
ผลงานตีพิมพ์ : จักรพันธ์ แสงสุวรรณ และวินัย อวยพร ประเสริฐ. "การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทาง" เอกสาร

ประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 17-18 พ.ค. 2544 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า STR 21-STR 27.

7.3.2 การใช้ไม้เนื้ออ่อนโตเร็วในประเทศไทยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้
แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครวิทยาเขตเทเวศร์
ผลงานตีพิมพ์ : จักรพันธ์ แสงสุวรรณ, วินัย อวยพรประเสริฐ และสัจจา บุญยฉัตร., "การใช้ไม้เนื้ออ่อนโตเร็วในประเทศไทยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้" โครงการวิจัยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล งบประมาณโครงการวิจัยปี 2546.

7.3.3 การใช้ไม้กระท้อนและไม้สะเดาเทียมเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้
แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครวิทยาเขตเทเวศร์
ผลงานตีพิมพ์ : จักรพันธ์ แสงสุวรรณ, วินัย อวยพรประเสริฐ., "การใช้ไม้กระท้อนและไม้สะเดาเทียมเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้" เอกสารประกอบ การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10 วันที่ 2-4 พ.ค. 2548 ณ แอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา, MAT 20.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ดำเนินการวิจัยเสร็จแล้วกี่เปอร์เซ็นต์

7.4.1 การใช้ไม้เนื้ออ่อนโตเร็วในประเทศไทยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้
แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครวิทยาเขตเทเวศร์
สถานภาพ : หัวหน้าโครงการวิจัย
ดำเนินงาน (%): ดำเนินงานวิจัยแล้วเสร็จประมาณ 90 %

1. **ชื่อ-สกุล**
(ภาษาไทย) ผศ.ดร.วินัย อวยพรประเสริฐ
(ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof.Dr.Winai Oupron prasert. Dr.techn.

2. **รหัสประจำตัวประชาชน**
3120101392732

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
ประธานคณะอนุกรรมการศึกษาความน่าเชื่อถือของโครงสร้างประจำปี พ.ศ. 2543-2544 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

4. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมหมายเลขโทรศัพท์และโทรสารและ E-mail**
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา กลุ่มคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต เมืองเอก ถนนพหลโยธิน จังหวัดปทุมธานี 12000
โทร.(662) 533-9020, 997-2200, 997-2222, 997-2345 โทรสาร (662) 553-9470
E-mail : Winai@rangsit.rsu.ac.th

5. **ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2525	ปริญญาตรี	วศ.บ. สาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2528	ปริญญาโท	วศ.ม. สาขาวิศวกรรมโยธา (โครงสร้าง) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2531	ปริญญาเอก	Dr.techn., U. Innsbruck, Austria (Major : Stochastic Structural Mechanics, Minor : Numerical Analysis)

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา**
   - การวิเคราะห์เชิงสถิติวัสดุวิศวกรรม
   - การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือทางโครงสร้าง
   - การวิเคราะห์โครงสร้าง
   - คอนกรีตคุณภาพสูง, คอนกรีตกำลังสูง
   - คอนกรีตเผาไฟ
   - คอนกรีตเสริมเส้นใย
   - คอนกรีตผสมเถ้าแกลบ
   - คุณสมบัติเชิงกล และเชิงกายภาพของไม้ในประเทศไทย
   - การกำหนดมาตรฐานการออกแบบอาคาร
7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศโดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่า เป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัยเป็นต้น**

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย (ไม่มี)

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การประยุกต์ใช้งานคอนกรีตกำลังสูงในโครงสร้าง

7.2.2 บ้านราคาประหยัดเพื่อบรรเทาภัยพิบัติจากแผ่นดินไหวอย่างเร่งด่วน

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้วชื่อ : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

7.3.1 การพัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเชิงโครงสร้าง ISPUD

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

ผลงานตีพิมพ์ : Bucher, C.G.,J. Nienstedt and W.Ouyporn prasert Adaptive Strategies in ISPUD V3.0, IFM Report No. 25-89, Institute of Engineering Mechanics, University of Innsbruck, Austria, 1989.

7.3.2 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของกำแพงรับแรงเฉือนคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงลม

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

ผลงานตีพิมพ์ : วรชัย พลเหลา, วินัย อวยพร ประเสริฐและสัจจา บุญยฉัตร วารสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 10-12 พ.ค. 2543 ณ โรงแรมดุสิตรีสอร์ทแอนด์โปโลคลับเพชรบุรี, หน้า 109,STR 114

7.3.3 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทางออกแบบตามมาตรฐาน ว.ส.ท.

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

ผลงานตีพิมพ์ : จักรพันธ์ แสงสุวรรณ และวินัย อวยพรประเสริฐ. "การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทาง" เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 17-18 พ.ค. 2544 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า STR 21-STR 27.

7.3.4 การประยุกต์ใช้งานคอนกรีตกำลังสูงในโครงสร้าง

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

ผลงานตีพิมพ์ : อัษฎา อินทรโกเศศ และวินัย อวยพร ประเสริฐและธำรงค์ เปรมปรีดิ์ "ปฏิภาค ส่วนผสมสำหรับคอนกรีตกำลังสูงในโครงสร้างใช้ช่องว่างต่ำสุดของมวลรวมต่างชนิดกัน" เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 17-18 พ.ค. 2544 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า MAT85-MAT90.

7.3.5 Algorithms for Determination of Allowable Holding Loads for Nails and Screws Based on Probability Theory

แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยรังสิต

ผลงานตีพิมพ์ : W.Ouyporn prasert and T. Jirayut, Algorithms for Determination of Allowable Holding Loads for Nails and Screws Based on Probability Theory International Journal of Materials and Structural Reliability, 2(2003), p. 89 - 99.

7.3.6 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของเสาสั้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าคอนกรีตเสริมเหล็กรับการดัดและน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนตามมาตรฐาน ว.ส.ท.,

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

ผลงานตีพิมพ์ : รัศมี ปิยะวัฒน์ และวินัย อวยพร ประเสริฐ, "การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของเสาสั้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าคอนกรีตเสริมเหล็กรับการดัดและน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนตามมาตรฐาน ว.ส.ท., เอกสารประกอบการประชุมวิชาการและวิชาชีพสถาปัตยกรรม ครั้งที่ 1 ในการประชุมสภาคณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 6, 30-31 พฤษภาคม 2546, หน้า 194-199

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. **ชื่อ-สกุล**
   (ภาษาไทย) ผศ.อุดมวิทย์ กาญจนวรงค์
   (ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof. Kudomvit Karnjana varong
2. **รหัสประจำตัวประชาชน**
   3709800016471
3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
4. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมหมายเลขโทรศัพท์และโทรสารและ E-mail**
   สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา วิทยาเขตศาลายา
   เลขที่ 96 ม.3 ถนนพุทธมณฑล 5 ต. ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

โทรศัพท์ : 02-889-4585-7 ต่อ 5104
Fax : 01-441-1012 (ฝ่ายวิชาการ)
E-mail : Kudomvit@hotmail.com.

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2528	ปริญญาตรี	ค.อ.บ. สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์
พ.ศ. 2538	ปริญญาโท	ค.อ.ม. บริหารงานก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

6.1 การทดสอบวัสดุแบบทำลายและไม่ทำลาย

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศโดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่า เป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย (ไม่มี)

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย (ไม่มี)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้วชื่อ : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (ไม่มี)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ดำเนินการวิจัยเสร็จแล้วกี่เปอร์เซ็นต์

7.4.1 การใช้ไม้เนื้ออ่อนโตเร็วในประเทศไทยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างไม้

แหล่งทุน : งบประมาณโครงการวิจัยปี 2547 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สถานภาพ : ผู้ร่วมวิจัย

ดำเนินงาน (%): ดำเนินงานวิจัยแล้วเสร็จประมาณ 90 %