ค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวในทุกอำเภอของอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.1301/1302-61)

Seismic Response Coefficient in Every District of Steel Building from Code of Public Works and Town & Country Planning (DPT 1301/1302-61)

สิวะลักษมณ์ ขำนุรักษ์[1*] และ สรกานต์ ศรีตองอ่อน[2]

[1, 2] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: siwalak@outlook.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการคำนวณโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ. 1301/1302-61) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงแผ่นดินไหว (C_S) 926 อำเภอทั่วประเทศสำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณรูปทรงโครงสร้างสม่ำเสมอ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นหรืออ้างอิงสำหรับการออกแบบ โดยกำหนดข้อมูลเป็นอาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้น คำนวณที่ความสูง 6 เมตรและอาคารสูงมากกว่า 2 ชั้น คำนวณที่ความสูง 50 เมตร ความสำคัญอาคารแบ่งเป็นน้อย ปกติ สูงและสูงมาก ระบบโครงสร้างที่ใช้ประกอบด้วย โครงต้านแรงดัดเหล็กความเหนียวธรรมดา เหนียวปานกลาง และเหนียวพิเศษ ผลที่ได้คือค่า C_S ของ 926 อำเภอ ประเภทการออกแบบ ระบบโครงสร้างที่อนุญาตหรือห้ามใช้ และนำมาสรุปเป็นภาพรวมบริเวณที่จะต้องออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหวในแต่ละภูมิภาคซึ่งสอดคล้องกับกฎกระทรวง พ.ศ. 2550 เป็นแนวทางในการปรับปรุงกฎหมายหรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องให้มีความง่ายในการนำไปใช้งานต่อไป

คำสำคัญ: แรงแผ่นดินไหว, สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว, มยผ. 1301/1302-61, กฎกระทรวง พ.ศ. 2550

Abstract

This article shows the guidelines for calculate the seismic response coefficient (C_S) by DPT. 1301/1302-61, equivalent lateral force procedure of all districts nationwide of regular structural steel buildings for being basic information or references by specifying information are that not over 2 storey building calculate at 6 meters height and more than 2 storey building calculate at 50 meters height. The building risk categories are low, normal, high and very high. Building systems are steel moment resisting frame include ordinary steel moment frame, intermediate steel moment frame and special steel moment frame. The results are the C_S value of 926 districts, seismic design category, prohibit or available building systems. The overview of the area that have to seismic design in each region consistent to the existing laws, Ministerial Regulation B.E. 2550. It is a guideline to improve the laws or related code and standard to be easy to use in the future.

Keywords: seismic load, seismic response coefficient, DPT 1301/1302-61, Ministerial Regulation BE.2550

1. บทนำ

การออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหวนั้นได้ถูกกำหนดไว้ในกฎกระทรวง กำหนดการรับน้ำหนักบรรทุก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร และพื้นที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวพ.ศ. 2550[1] ภายหลังได้มีมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นข้อกำหนดเพิ่มเติม ซึ่งได้มีการปรับปรุงจนถึงปัจจุบัน คือ มยผ. 1301/1302-61[2] มีการปรับปรุงให้ทันสมัยสอดคล้องกับมาตรฐานสากล และทำให้การออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหวมีความมั่นคงปลอดภัยมากขึ้น

การวิเคราะห์โครงสร้างสำหรับออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหวนั้น ประกอบด้วย 3 วิธี คือ 1) วิธีแรงสถิตเทียบเท่า ซึ่งเป็นวิธีการที่มีระบุไว้ทั้งใน กฎกระทรวง ฉบับพ.ศ. 2550 และ มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นวิธีการอย่างง่ายไม่ซับซ้อนผู้คำนวณสามารถคำนวณได้โดยง่าย ไม่ต้องอาศัยซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ 2) วิธีเชิงพลศาสตร์ ประกอบ 3 วิธีคือ วิธีสเปคตรัมผลตอบสนองแบบโหมด (Modal Response Spectrum Analysis) วิธีวิเคราะห์การตอบสนองเชิงเส้นแบบประวัติเวลา (Linear Response History Procedure) และ วิธีวิเคราะห์การตอบสนองของโครงสร้างไม่เชิงเส้นแบบประวัติเวลา (Nonlinear Response History Procedure) ซึ่งจะเป็นวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่า ต้องอาศัยซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์และการวิเคราะห์ ดังนั้นบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีแรงสถิตเทียบเท่าเท่านั้น โดยจุดประสงค์หลักคือเป็นแนวทางการจัดทำเป็นข้อมูลให้ผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ได้ง่าย ลดเวลาหรือขั้นตอนในการคำนวณ การนำผลที่ได้จากการคำนวณเพื่อสรุปผลในภาพรวมสำหรับการออกแบบอาคารในภูมิภาคต่างๆ สามารถเปรียบเทียบกันได้กับข้อกำหนดจากกฎกระทรวง ฉบับพ.ศ.2550 รวมทั้งเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงมาตรฐานหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานต่อไป

2. วิธีแรงสถิตเทียบเท่า

การวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าเป็นการคำนวณเพื่อหาแรงเฉือนที่ฐานของอาคาร (Seismic Base Shear, V) ซึ่งจะขึ้นอยู่สัมประสิทธิ์การตอบสนองของแผ่นดินไหว (C_S) และน้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของอาคาร (W) โดยหาได้จากสมการ

$$V = C_S W \quad (1)$$

ค่า C_S คำนวณได้จากสมการ

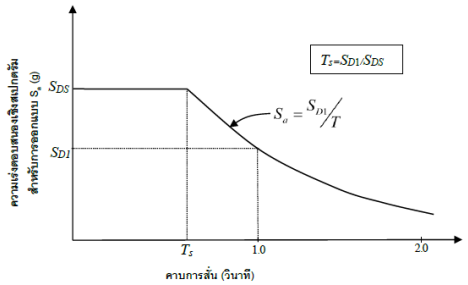
$$C_S = S_a \left(\frac{I}{R}\right) \quad (2)$$

S_a คือค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ พื้นที่แอ่งกรุงเทพสามารถใช้ค่าโดยตรงจากตารางหรือกราฟภายในมาตรฐาน ส่วนพื้นที่อื่นนอกแอ่งกรุงเทพจะต้องคำนวณโดยอาศัยค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบการสั่น 0.2 วินาที (S_s) และคาบการสั่น 1.0 วินาที (S_1) ซึ่งจะต้องมีการปรับแก้ค่าความเร่งตอบสนองเชิงเสปคตรัมด้วยสัมประสิทธิ์ของชั้นดินที่ตั้งอาคารที่คาบการสั่น 0.2 วินาที (F_a) และสัมประสิทธิ์ชั้นดินที่คาบการสั่นที่ 1.0 วินาที (F_v) เพื่อให้ได้ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบที่คาบการสั่น 0.2 วินาที (S_{DS}) และที่คาบการสั่น 1 วินาที (S_{D1}) คำนวณจากสมการ

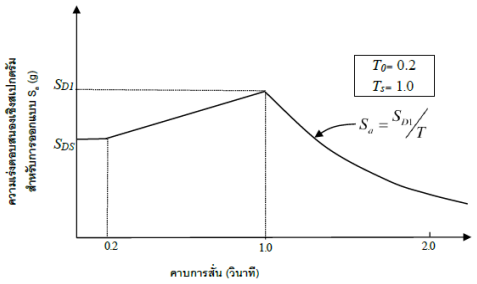
$$S_{DS} = \frac{2}{3} F_a \;\; S_s \quad (3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} F_v \;\; S_1 \quad (4)$$

หลังจากนั้นจึงทำการหาค่า S_a โดยใช้กราฟเพื่อคิดผลจากคาบการสั่นของอาคารใช้ตามรูปที่ 1 สำหรับพื้นที่ที่มีค่า $S_{D1} <= S_{DS}$ และใช้ตามรูปที่ 2 สำหรับพื้นที่ที่ $S_{D1} > S_{DS}$



รูปที่ 1 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} <= S_{DS}$



รูปที่ 2 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสาหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} > S_{DS}$

เนื่องจากกราฟในรูปที่ 1 และ 2 มีพื้นฐานมาจากค่าความหน่วงของอาคารที่ 5% แต่อัตราส่วนความหน่วงสำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณนั้นอยู่ที่ 2.5% จึงต้องหารค่าที่ได้ด้วย 0.85 กรณีคาบการสั่นของอาคาร T>=T_0 หรือ T< T_0 คำนวณ S_a ตามสมการ

$$S_a = S_{DS}\left[\;(3.88)\frac{T}{T_s} + 0.4\;\right] \quad (5)$$

คาบของอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณหาได้จากสมการ

$$T = \;\; 0.03H \quad (6)$$

I คือตัวประกอบความสำคัญของอาคาร จำแนกออกเป็น 4 ประเภทคือ สำคัญน้อย (1.0) ปกติ (1.0) มาก (1.25) และสูงมาก (1.5)

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนอง จะเป็นค่าที่ขึ้นกับระบบโครงสร้างที่เลือกใช้ โดยมีค่ามากขึ้นตามความเหนียวที่เพิ่มขึ้นของระบบโครงสร้างที่เลือกใช้โดยสามารถดูได้จากตารางภายในมาตรฐาน

3. ค่า C_S ทุกอำเภอของอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

ในการคำนวณค่า C_S ของอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณของทุกอำเภอทั่วประเทศ จำนวน 926 อำเภอ กำหนดให้อาคารมีรูปทรงโครงสร้างสม่ำเสมอและแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คืออาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้น คิดที่ความสูง 6 เมตร และอาคารสูงมากกว่า 2 ชั้นคิดที่ความสูง 50 เมตร (ขีดจำกัดของวิธีแรงสถิตเทียบเท่า) การคำนวณใช้ระบบโครงต้านแรงดัดประกอบด้วย โครงต้านแรงดัดเหล็กความเหนียวธรรมดา ความเหนียวปานกลาง และความเหนียวพิเศษ สภาพชั้นดินที่ตั้งอาคารเป็นประเภท D (ดินปกติหรือไม่มีข้อมูลดินและไม่สามารถทำการสำรวจดินได้) การคำนวณจะใช้ซอฟท์แวร์ DON_1302[3] ช่วยในการคำนวณเนื่องจากชุดข้อมูลและผลการคำนวณมีจำนวนมาก ผู้เขียนจะแสดงรายละเอียดเพียงบางส่วนของผลการคำนวณเท่านั้นดังรายละเอียด รูปที่ 3 และ รูปที่ 4 สำหรับผลการคำนวณทั้งหมดผู้สนใจสามารถดาวน์โหลดได้จาก http://www.sorakarn-kmutnb.com

รูปที่ 3 ตารางผลการคำนวณ Cs อาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้น

รูปที่ 4 ตารางผลการคำนวณ Cs อาคารสูงมากกว่า 2 ชั้น

4. ภาพรวมของค่า C_s ทุกอำเภอสำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

4.1 ภาพรวมการคำนวณแรงแผ่นดินไหวสำหรับอาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้น

อาคารประเภทความสำคัญน้อย ความสำคัญปกติและความสำคัญสูง ที่จะต้องออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหวอยู่ใน 125 อำเภอคิดเป็น 13.5% จากอำเภอทั่วประเทศ อยู่ในภาคเหนือ 86.4% ภาคกลางเฉพาะอำเภอศรีนคร 0.8% และภาคตะวันตก 12.8% โดยจำแนกประเภทการออกแบบ ได้เป็นประเภท ง ห้ามใช้ระบบโครงต้านแรงดัดความเหนียวธรรมดา ส่วนภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่ต้องออกแบบ (ประเภทการออกแบบ ก)

อาคารประเภทความสำคัญสูงมากจะต้องออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหวอยู่ใน 183 อำเภอคิดเป็น 17.8% จากอำเภอทั่วประเทศ อยู่ในภาคเหนือ 60.7% ภาคกลาง 23.0% และภาคตะวันตก 16.3% โดยจำแนกประเภทการออกแบบได้เป็นประเภท ง ห้ามใช้ระบบโครงต้านแรงดัดความเหนียวธรรมดา ส่วนภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่ต้องออกแบบ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนอำเภอที่ต้องออกแบบในแต่ละภาคแยกตามประเภทการออกแบบและความสำคัญอาคาร อาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้น

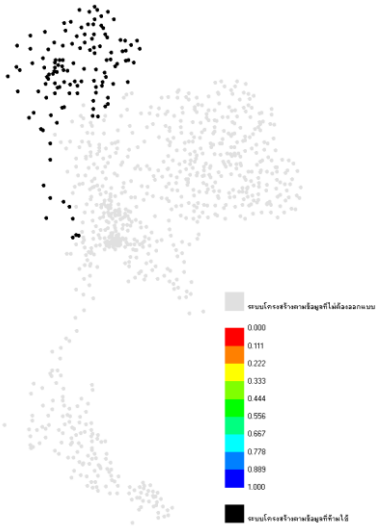
ประเภทการออกแบบ	ภาคเหนือ (111 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	-	-	-	-
ค	-	-	-	-
ง	108	108	108	111
รวม	108	108	108	111
	97.3%	97.3%	97.3%	100%

ประเภทการออกแบบ	ภาคกลาง (229 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	-	-	-	-
ค	-	-	-	-
ง	1	1	1	42
รวม	1	1	1	42
	0.4%	0.4%	0.4%	18%

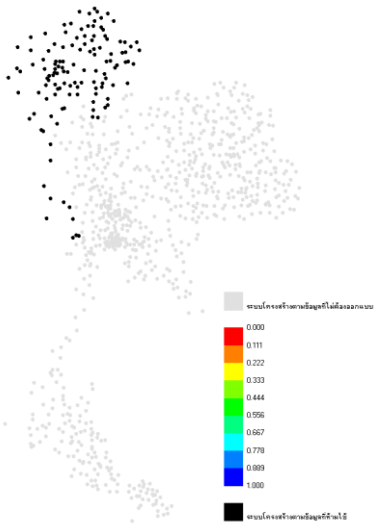
ประเภทการออกแบบ	ภาคตะวันตก (48 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	-	-	-	-
ค	-	-	-	-
ง	16	16	16	30
รวม	16	16	16	30
	33.3%	33.3%	33.3%	62.5%

อาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้นภาคๆอื่นไม่ต้องออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหว

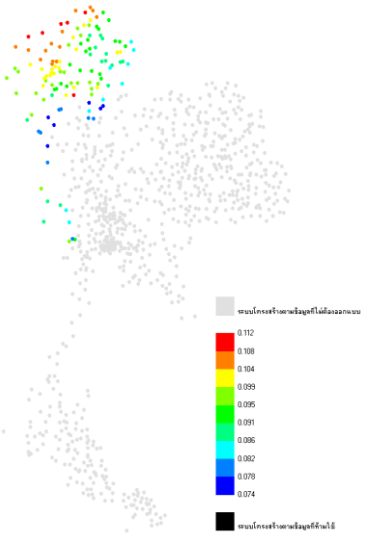
ภาพรวมข้างต้นสามารถแสดงโดยภาพสรุปจากซอฟท์แวร์ DON_1302 โดยแบ่งตามความสำคัญและระบบโครงสร้าง ตามรูปที่ 5 ถึง รูปที่ 8



(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กธรรมดา

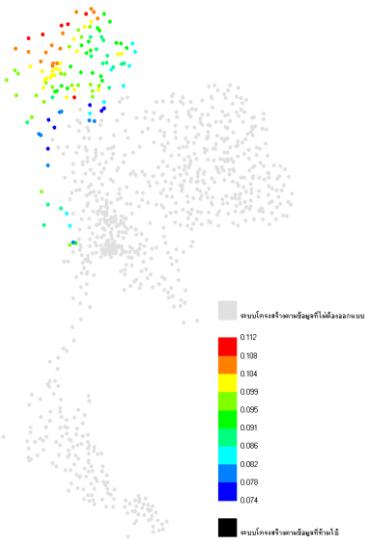


(ข) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง



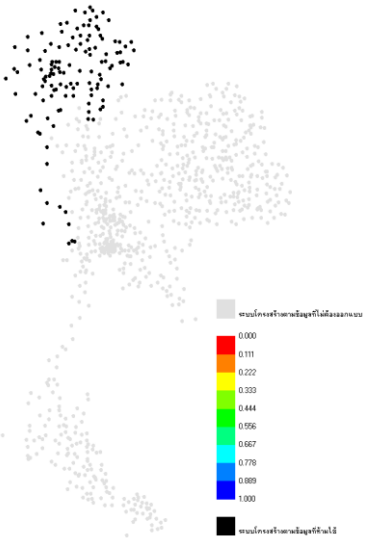
(ค) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

รูปที่ 5 ค่า Cs ทุกอำเภอ อาคารเหล็กสูงไม่เกิน 2 ชั้น สำคัญน้อย

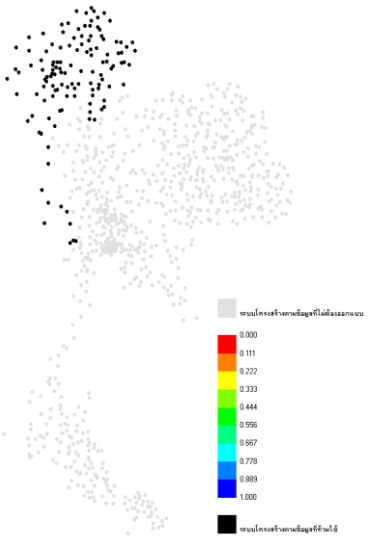


(ค) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

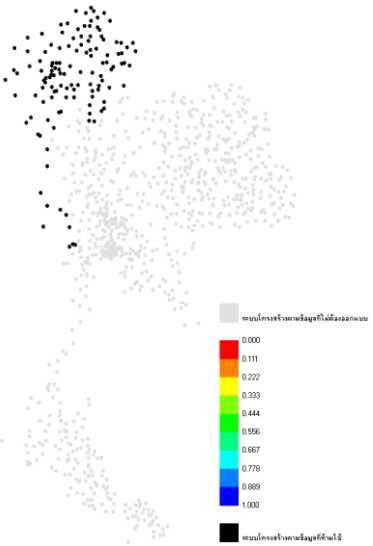
รูปที่ 6 ค่า Cs ทุกอำเภอ อาคารเหล็กสูงไม่เกิน 2 ชั้น สำคัญปกติ



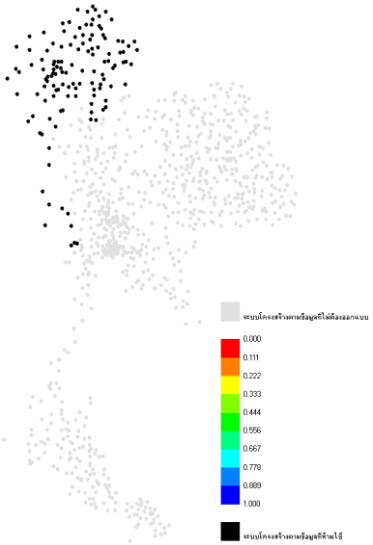
(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กธรรมดา



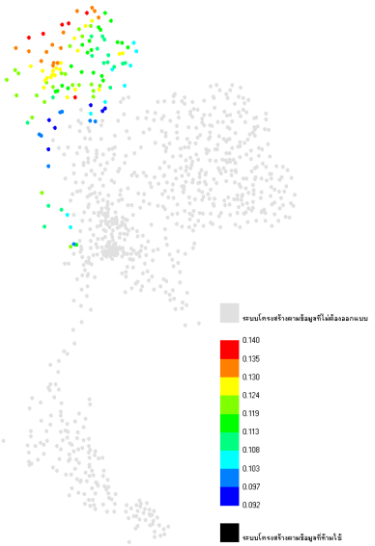
(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กธรรมดา



(ข) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง

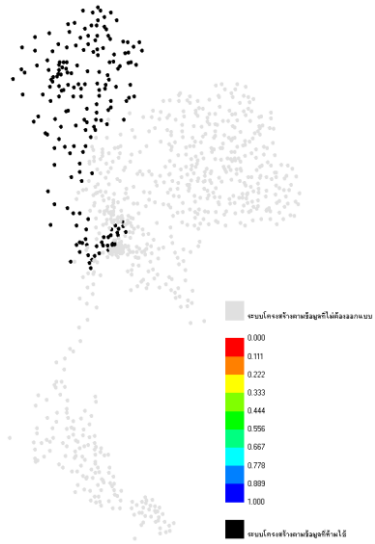


(ข) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง

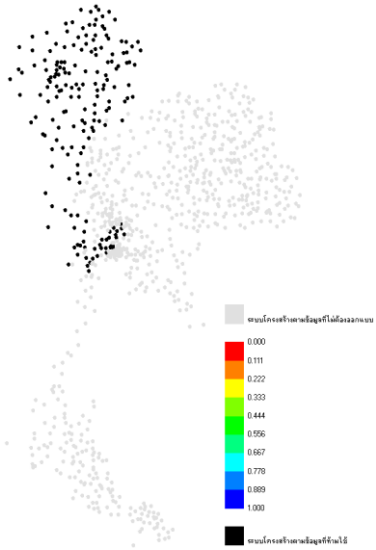


(ค) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

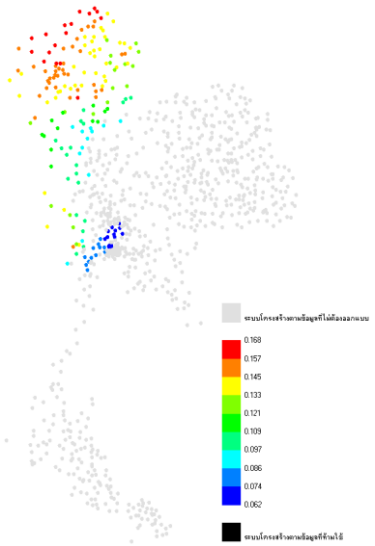
รูปที่ 7 ค่า Cs ทุกอำเภอ อาคารเหล็กสูงไม่เกิน 2 ชั้น สำคัญมาก



(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กธรรมดา



(ข) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง



(ค) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

รูปที่ 8 ค่า Cs ทุกอำเภออาคารเหล็กสูงไม่เกิน 2 ชั้น สำคัญสูงมาก

4.2 ภาพรวมการคำนวณแรงแผ่นดินไหวสำหรับอาคารสูงมากกว่า 2 ชั้น

อาคารที่อยู่ในพื้นที่ 606 อำเภอ (65.4%) จากทั่วประเทศจำเป็นจะต้องได้รับการออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหวประกอบด้วย ภาคเหนือ 18.3% ภาคกลาง 37.8% ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 8.6% ภาคตะวันออก 3.3% ภาคตะวันตก 7.9% และภาคใต้ 25.4% โดยในภาคเหนือเกือบทั้งหมดจะเป็นประเภทการออกแบบประเภท ง ต้องใช้ระบบโครงต้านแรงดัดเหล็กความเหนียวพิเศษ ภาคกลางจะมีทั้งประเภท ข ค และ ง ซึ่งจะต้องเลือกระบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับแต่ละประเภทการออกแบบ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกือบทั้งหมดจะเป็นการออกแบบประเภท ข และ ค สามารถใช้ระบบโครงสร้างได้ทั้งหมดโดยไม่มีข้อจำกัด ภาคตะวันตกประเภทความสำคัญน้อย ปกติและสูงประมาณกึ่งหนึ่งจะเป็นการออกแบบประเภท ง อาคารความสำคัญสูงมากส่วนใหญ่เป็นประเภท ง คือต้องใช้โครงต้านแรงดัดเหล็กความเหนียวพิเศษ ภาคตะวันออกและภาคใต้ประเภทความสำคัญ น้อย ปกติและสูงจะเป็นประเภทการออกแบบ ข และ ค สามารถใช้ระบบโครงต้านแรงดัดเหล็กได้ทุกประเภท ส่วนความสำคัญสูงมากจะเป็นประเภทการออกแบบ ค และ ง ต้องเลือกใช้ระบบโครงสร้างให้เหมาะสม รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนอำเภอที่ต้องออกแบบในแต่ละภาค แยกตามประเภทการออกแบบและความสำคัญอาคาร

ประเภทการออกแบบ	ภาคเหนือ (111 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	-	-	-	-
ค	3	3	3	-
ง	108	108	108	111
รวม	111	111	111	111
	100%	100%	100%	100%

ประเภทการออกแบบ	ภาคกลาง (229 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	91	91	91	0
ค	45	45	45	91
ง	85	85	85	130
รวม	221	221	221	221
	96.5%	96.5%	96.5%	96.5%

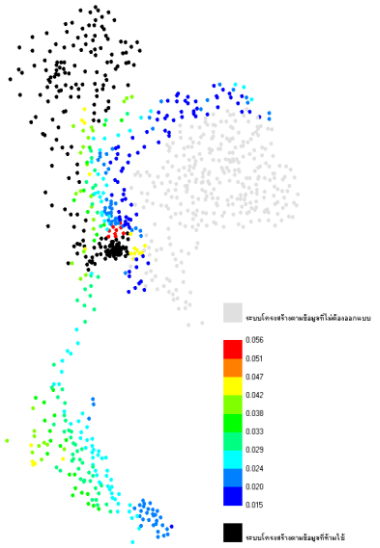
ประเภทการออกแบบ	ภาคตะวันออก (53 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	12	12	12	-
ค	8	8	8	12
ง	-	-	-	8
รวม	20	20	20	20
	37.7%	37.7%	37.7%	37.7%

ประเภทการออกแบบ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (321 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	49	49	49	-
ค	3	3	3	49
ง	-	-	-	3
รวม	52	52	52	52
	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%

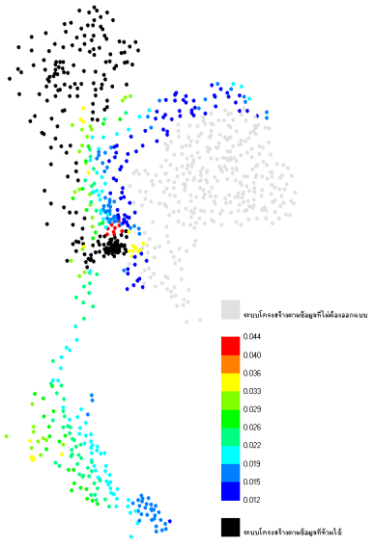
ประเภทการออกแบบ	ภาคตะวันตก (48 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	6	6	6	-
ค	12	12	12	6
ง	30	30	30	42
รวม	48	48	48	48
	100%	100%	100%	100%

ประเภทการออกแบบ	ภาคใต้ (164 อำเภอ)			
	สำคัญน้อย	สำคัญปกติ	สำคัญสูง	สำคัญสูงมาก
ข	94	94	94	-
ค	57	57	57	94
ง	3	3	3	60
รวม	154	154	154	154
	93.9%	93.9%	93.9%	93.9%

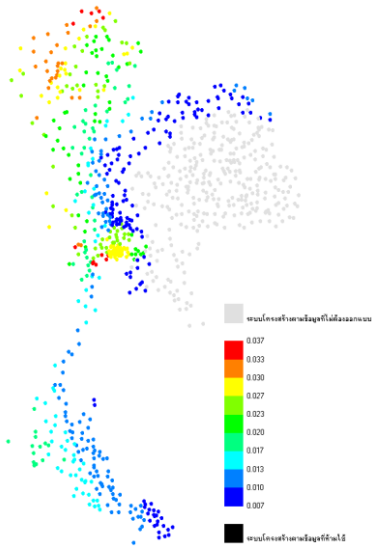
ภาพรวมข้างต้นสามารถแสดงโดยภาพสรุปจากซอฟท์แวร์ DON_1302 โดยแบ่งตามความสำคัญและระบบโครงสร้าง ตามรูปที่ 9 ถึงรูปที่ 12



(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กธรรมดา

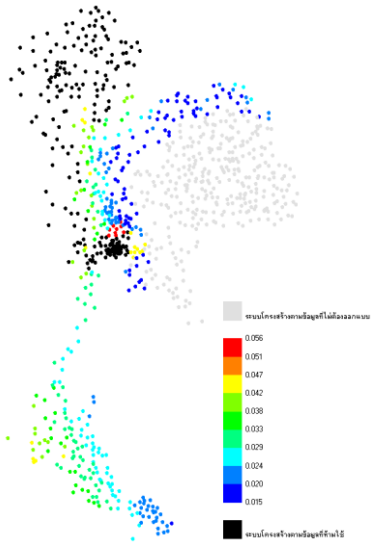


(ข) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง

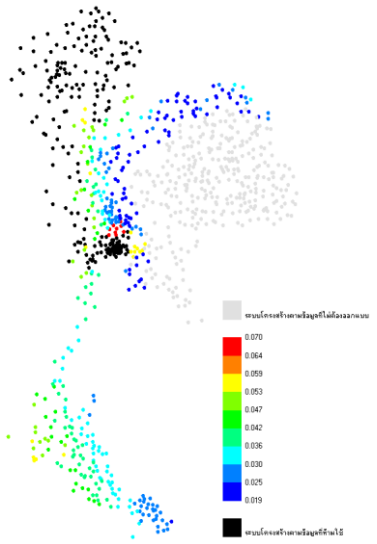


(ค) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

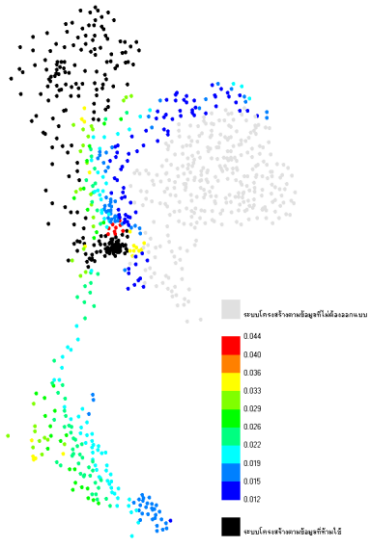
รูปที่ 9 ค่า Cs ทุกอำเภอ อาคารเหล็กสูงมากกว่า 2 ชั้น สำคัญน้อย



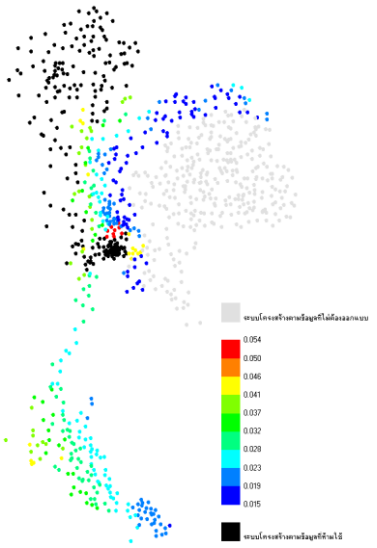
(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความปกติ



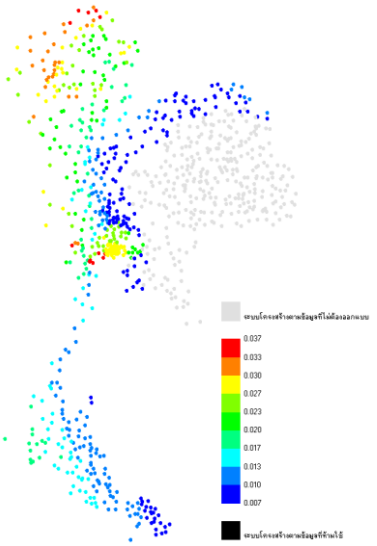
(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความปกติ



(ข) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง

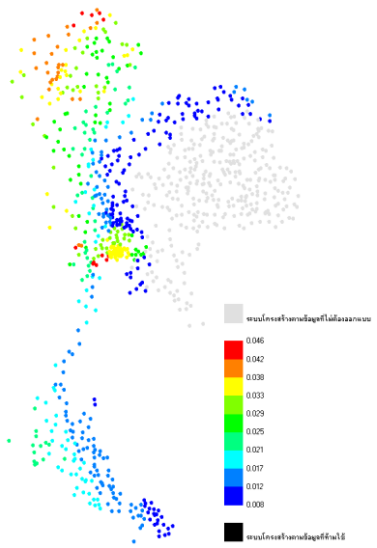


(ข) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง



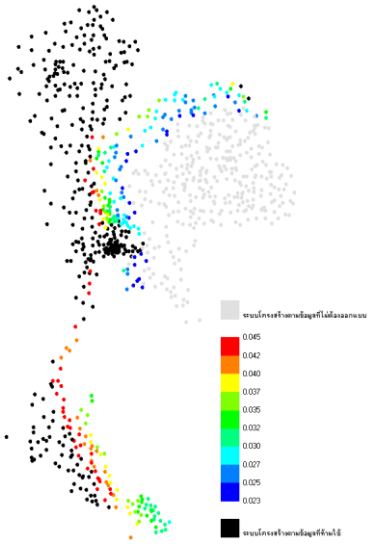
(ค) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

รูปที่ 10 ค่า Cs ทุกอำเภอ อาคารเหล็กสูงมากกว่า 2 ชั้น สำคัญปกติ

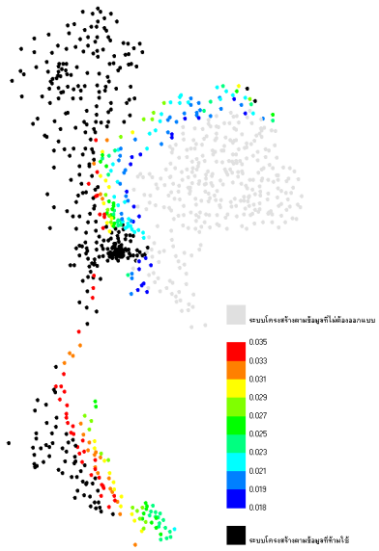


(ค) โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

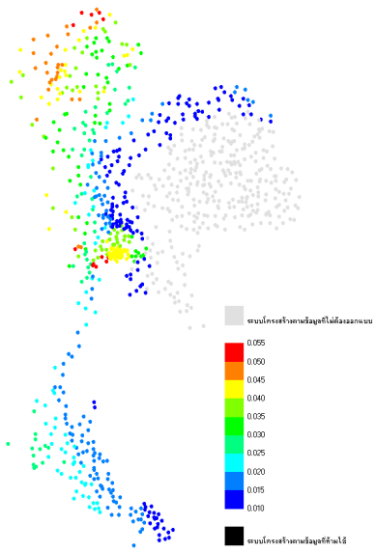
รูปที่ 11 ค่า Cs ทุกอำเภอ อาคารเหล็กสูงมากกว่า 2 ชั้น สำคัญสูง



(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กธรรมดา



(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กความเหนียวปานกลาง



(ก) โครงต้านแรงดัดเหล็กความเหนียวพิเศษ

รูปที่ 12 ค่า Cs ทุกอำเภอ อาคารเหล็กสูงมากกว่า 2 ชั้น สำคัญสูงมาก

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ข้อมูล อาคารเหล็กรูปพรรณสูงไม่เกิน 2 ชั้นใช้ความสูงที่ 6 เมตร และอาคารสูงมากกว่า 2 ชั้นใช้ความสูงที่ 50 เมตร เป็นความสูงอ้างอิงสรุปได้ว่า

1. อาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้นในภาคเหนือทุกระดับความสำคัญจะต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหว ห้ามใช้ระบบโครงต้านแรงดัดเหล็กความเหนียวธรรมดา ส่วนอาคารสูงมากกว่า 2 ชั้นเกือบทุกอำเภอจะต้องใช้ระบบโครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ

2. อาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้นในภาคกลางที่จะต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวส่วนใหญ่เป็นอาคารความสำคัญสูงมาก อาคารสูงมากกว่า 2 ชั้นจะต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวเกือบทุกอำเภอ

3. อาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกและภาคใต้ไม่ต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหว อาคารสูงมากกว่า 2 ชั้นต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวในบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ภาคใต้ต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวทุกอำเภอ

4. อาคารสูงไม่เกิน 2 ชั้นในภาคตะวันตกต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวในบางส่วนของพื้นที่ อาคารสูงมากกว่า 2 ชั้นต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวทุกอำเภอ

5. สำหรับอาคารสูงมากกว่า 2 ชั้น ซึ่งใช้ตัวแทนความสูงที่ 50 เมตร กรณีประเภทการออกแบบ ง จะใช้ได้เพียงระบบโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษเท่านั้น ตามข้อกำหนด 2.3.1.2 ของมาตรฐาน ซึ่งระบุว่า โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง ประเภทการออกแบบ ง สามารถใช้ได้กับอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 40 เมตร

6. ค่า C_S ที่ได้จากงานวิจัยนี้ถือเป็นงานเริ่มต้นเพราะอาจมีคำถามเกี่ยวกับความเหมาะสมในการใช้ความสูงที่เป็นตัวแทนของแต่ละกรณี ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม แต่เป็นแนวทางในการปรับปรุงมาตรฐานหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแรงแผ่นดินไหวให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นซึ่งอาจจะเป็นในรูปตารางหรืออย่างอื่นที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงมหาดไทย. *กฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร และพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ.2550*

[2] กรมโยธาธิการและผังเมือง. *มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ. 1301/1302-61)*. ดิจิตอลออฟเซต เอเชีย แปซิฟิค, 2561

[3] DON_1302 เวอร์ชัน 1.01 ซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหว วิธีแรงสถิตเทียบเท่า ตามมยผ. 1301/1302-61 พัฒนาโดย สรกานต์ ศรีตองอ่อน, ณพงศ์ โรจนอุดมพร, พรรณระพี ประสงค์กูล, ศุภชัย สุทธิธรรมพานิช และสารัช คงชยะนันท์.