



รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับ
การเปรียบเทียบผลกระทบในด้านราคาการก่อสร้างระหว่างการออกแบบ
โครงสร้างอาคารอพยพโดยใช้วิธีหรือแนวทางที่เสนอ และการออกแบบ
โดยวิธีปกติ

โครงการการศึกษาวิเคราะห์และพัฒนาแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม
สำหรับอาคารอพยพและอาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัย
คลื่นยักษ์ระดับปานกลาง

เสนอ

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย



จัดทำโดย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตุลาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1-1
1.1 ภาพรวมของโครงการ.....	1-1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1-2
1.3 ขอบเขตการดำเนินการ.....	1-3
1.4 วิธีการดำเนินการ.....	1-4
1.5 เนื้อหาโดยรวมของรายงาน.....	1-5
บทที่ 2 การเปรียบเทียบผลกระทบด้านราคา	2-1
2.1 หลักการประมาณราคา.....	2-2
2.2 กระบวนการประมาณราคาค่าก่อสร้าง.....	2-3
2.3 ผลการประเมินราคา.....	2-10
2.4 สรุปผลการประมาณราคาค่าก่อสร้าง.....	2-18
บทที่ 3 สรุปผลการดำเนินงานโครงการ	3-1
ภาคผนวก ก เกณฑ์การออกแบบอาคารอพยพ	
ภาคผนวก ข แบบรายละเอียดอาคารอพยพ A	
ภาคผนวก ค แบบรายละเอียดอาคารอพยพ B	
ภาคผนวก ง รายละเอียดของอุปกรณ์สลายพลังงาน	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภาพรวมของโครงการ

สึนามิในมหาสมุทรอินเดียเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 เวลา 0:58:50 น. (UT) หรือเวลา 7:58:50 น. ตามเวลาในประเทศไทย เกิดจากแผ่นดินไหวขนาด 9.0 ตามมาตราริกเตอร์ มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ 3.3° N และ 95.9° E บริเวณชายฝั่งทางตะวันตกของเกาะสุมาตรา จากข้อมูลของ US Geological Survey แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นครั้งนี้จัดได้ว่ารุนแรงเป็นอันดับ 4 ของโลก แผ่นดินไหวนี้เกิดบริเวณที่แผ่นเปลือกโลกอินเดียมุดลงใต้แผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย ส่งผลให้พื้นที่ท้องทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันและน้ำปริมาณมากได้เคลื่อนตัวอย่างทันทีทันใด ทำให้เกิดสึนามิตามแนวชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทยด้านทะเลอันดามัน ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 5,395 คน ผู้สูญหาย 2,817 คน ในประเทศไทย และมีความเสียหายแก่บ้านเรือน 4,800 หลัง และระบบสาธารณูปโภคที่อยู่ในบริเวณชายฝั่งทะเลเป็นอย่างมากในบริเวณพื้นที่ 6 จังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย <http://61.19.54.131/tsunami/>)

เมื่อย้อนกลับไปไปในอดีตหลายร้อยปี มีบันทึกว่าเคยเกิดสึนามิก่อนหน้านี้ 7 ครั้งในมหาสมุทรอินเดีย แต่ไม่มีครั้งใดที่เกิดความเสียหายรุนแรงยกเว้นในครั้งที่เกิดในปี พ.ศ. 2426 ที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟครากาตัว ซึ่งมีผู้เสียชีวิตประมาณ 36,000 คน ในประเทศอินโดนีเซีย (<http://iri.columbia.edu/~lareef/tsunami> 2548) แต่ไม่มีการบันทึกเกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดขึ้นที่ชายฝั่งของประเทศไทย ทำให้ประเทศไทยขาดการเตรียมพร้อมเพื่อรับมือกับเหตุการณ์สึนามิที่อาจเกิดขึ้น เช่น ไม่มีสัญญาณเตือนภัย ไม่มีอาคารอพยพเพื่อหลบหนีสึนามิ เป็นต้น อีกทั้งยังขาดความรู้และผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรณีวิทยา ส่งผลให้เกิดความสูญเสียอย่างใหญ่หลวงเมื่อเกิดเหตุการณ์สึนามิครั้งนี้

ในอดีตการออกแบบอาคารในประเทศไทยที่ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลไม่ได้มีการคำนึงถึงผลกระทบของแรงกระทำต่อโครงสร้างที่เกิดจากสึนามิ แต่จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวทำให้เกิดสึนามิเคลื่อนที่เข้าปะทะอาคารทำให้อาคารเกิดความเสียหายรุนแรง เหตุการณ์นี้แสดงให้เห็นว่าอาคารที่ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยอาจได้รับผลกระทบจากสึนามิอีกในอนาคต จึงควรจะต้องมีการคำนึงถึงแรงที่อาจจะกระทำต่อโครงสร้างในการออกแบบอาคารอพยพที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากสึนามิ ในการนี้วิศวกรจำเป็นต้องทราบหลักการและวิธีการคำนวณแรงที่จะเกิดขึ้นต่อโครงสร้าง

การเตรียมความพร้อมทางด้านอาคารและสิ่งปลูกสร้างที่สามารถกระทำได้ทางหนึ่งคือ การบังคับทางกฎหมายให้อาคารที่อยู่ในเขตเสี่ยงภัยต้องออกแบบให้ต้านทานแรงสึนามิ รวมทั้งให้อาคารที่มีอยู่เดิมชนิดอาคารสาธารณะ ได้รับการประเมิน และ การปรับปรุงให้สามารถต้านทานสึนามิได้ในระดับที่เหมาะสม แต่แรงที่เกิดจากสึนามิมิขนาดมหาศาล หากต้องบังคับให้อาคารทุกอาคารต้องออกแบบต้านทานสึนามิ ก็อาจจะเป็นการสิ้นเปลืองเกินไป มาตรการที่อาจจะนำมาใช้ได้ ได้แก่ การก่อสร้างอาคารอพยพเพื่อใช้เป็นที่หลบภัย โดยอาคารอพยพนี้ควรจะต้องอยู่ในเขตเสี่ยงภัย เพื่อให้ประชาชน สามารถเข้าถึงได้ภายในระยะเวลาไม่นานนัก และต้องสอดคล้องกับระยะเวลาของระบบแจ้งเตือนภัย

ในส่วนของอาคารที่มีอยู่เดิม การปรับปรุงอาคารทุกหลังให้ต้านทานแรงสึนามินั้น จะต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการประเมินและการปรับปรุงอาคารสูงมาก และอาจกระทบต่อการใช้งานอาคารในระหว่างการปรับปรุง ด้วยเหตุนี้การปรับปรุงอาคาร จึงควรกระทำกับอาคารที่เป็นโครงสร้างสาธารณะที่เป็นที่ชุมนุมคนหลายๆ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล หรือ อาคารที่เป็นสถานที่ราชการ เช่น สถานีตำรวจ อาคารดับเพลิง ที่จำเป็นจะต้องคงอยู่ภายหลังที่เกิดสึนามิเพื่อใช้เป็นสถานที่สำหรับอำนวยความสะดวกแก่ประชาชน มาตรการทางด้านอาคารที่เสนอมานี้ แม้ว่าอาจจะไม่สามารถป้องกันภัยสึนามิได้สมบูรณ์ทุกๆอาคาร แต่ก็ เป็นมาตรการที่สามารถจะบรรเทาความเสียหายทั้งทางด้านชีวิตและทรัพย์สินลงได้ และ เป็นมาตรการที่เป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ

1.2 วัตถุประสงค์

โครงการฯ มีวัตถุประสงค์การดำเนินการ ดังนี้

- 1.2.1 ศึกษา วิเคราะห์ และ พัฒนาวิธีการคำนวณแรงที่กระทำกับโครงสร้างเนื่องจากสึนามิเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบอาคารอพยพและการประเมินการใช้อาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัยสึนามิระดับปานกลางด้านทะเลอันดามัน
- 1.2.2 เสนอแนวทางการออกแบบโครงสร้างอาคารอพยพ และแนวทางการกำหนดหรือประเมินอาคารสาธารณะที่มีอยู่แล้วเพื่อใช้เป็นสถานที่ปลอดภัยสำหรับใช้อพยพในเขตเสี่ยงภัยสึนามิระดับปานกลาง
- 1.2.3 กำหนดรูปแบบที่เหมาะสมของอาคารและสิ่งก่อสร้างในเขตเสี่ยงภัยสึนามิระดับปานกลางสำหรับประกอบการพิจารณาร่างกฎหมายควบคุมอาคารว่าด้วย การกำหนดรูปแบบและประเภทอาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยจากสึนามิ

- 1.2.4 จัดทำคู่มือการปฏิบัติ พร้อมข้อเสนอแนะสำหรับการเผยแพร่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้สนใจ

1.3 ขอบเขตการดำเนินการ

โครงการฯ มีขอบเขตการดำเนินการ ดังนี้

- 1.3.1 สำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในเขตเสี่ยงภัยสึนามิระดับปานกลางด้านทะเลอันดามัน เช่น สภาพชายฝั่งทะเล สภาพความเสียหายของสิ่งก่อสร้าง ระดับความสูงและความเร็วของคลื่น มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานสึนามิที่เป็นสากล เป็นต้น
- 1.3.2 ศึกษา วิเคราะห์ ประเมิน และพัฒนาวิธีการคำนวณแรงที่กระทำกับโครงสร้างอาคาร เนื่องจากสึนามิ ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร โดยนำเสนอในรูปแบบสมการ ตาราง หรือกราฟ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบอาคารอพยพ และการกำหนดหรือประเมินการใช้อาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัย
- 1.3.3 ตรวจสอบผลการดำเนินการในข้อ 1.3.2 โดยกรรมวิธีหรือขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ โดยการทดสอบกับแบบจำลองในห้องปฏิบัติการ
- 1.3.4 รวบรวมผลการศึกษาและเสนอแนะวิธีหรือแนวทางการออกแบบ โครงสร้างอาคารอพยพ และแนวทางการกำหนดหรือประเมินอาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัย
- 1.3.5 เสนอแนะรูปแบบที่เหมาะสมของอาคารและสิ่งก่อสร้างสำหรับประกอบการพิจารณาร่างกฎหมายควบคุมอาคารว่าด้วย การกำหนดรูปแบบและประเภทอาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยจากสึนามิ ตลอดจนจัดทำร่างกฎหมายดังกล่าว
- 1.3.6 เปรียบเทียบผลกระทบในด้านราคาค่าก่อสร้างระหว่างการออกแบบ โครงสร้างอาคารอพยพ โดยใช้วิธีหรือแนวทางที่เสนอและการออกแบบโดยวิธีปกติ
- 1.3.7 จัดทำเทคนิคพิจารณารับฟังข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีและแนวทางการออกแบบ ตามข้อ 1.3.4 และ 1.3.5 โดยมีผู้เข้าร่วมให้ความคิดเห็นไม่น้อยกว่า 200 คน แล้วดำเนินการแก้ไขตามความเหมาะสม
- 1.3.8 จัดทำสรุปผลการศึกษา และคู่มือปฏิบัติสำหรับการเผยแพร่พร้อมข้อเสนอแนะสำหรับการเผยแพร่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้สนใจ

การดำเนินการข้างต้นจะกำหนดขอบข่ายดังนี้

- ก. สึนามิที่พิจารณาเป็นสึนามิระดับปานกลาง หมายถึง สึนามิที่มีความสูงเหนือระดับพื้นดินประมาณ 6 ถึง 7 เมตร ซึ่งจะครอบคลุมจังหวัดภูเก็ตและพังงาเป็นหลัก
- ข. การดำเนินการตามข้อ 1.3.2 จะประมวลจากมาตรฐานรวมทั้งงานวิจัยที่มีอยู่ของต่างประเทศ ส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะเป็นสิ่งที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้
- ค. การตรวจสอบสิ่งที่พัฒนาขึ้นในการดำเนินการในข้อ 1.3.2 จะจำกัดเฉพาะกรณีของอาคารสี่เหลี่ยมที่มีช่องเปิดสี่เหลี่ยม 3 รูปแบบตั้งบนฐานยึดแน่น

1.4 วิธีการดำเนินการ

- 1.4.1 รวบรวมข้อมูลความเสียหายของอาคารจากสึนามิอย่างเป็นระบบ เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นพื้นฐานของการเลือกรูปแบบอาคารที่ดี
- 1.4.2 รวบรวมข้อมูลความสูงของสึนามิที่เกิดขึ้นทางชายฝั่งตะวันตกของภาคใต้ จากการศึกษาของหลายหน่วยงาน ทั้งในและต่างประเทศ เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University โดยจะจัดทำเป็นผังแสดงความสูงคลื่นที่หาดสำคัญๆ พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลความเร็วของสึนามิที่เกิดขึ้นจากการศึกษาของหน่วยงานต่างๆ
- 1.4.3 รวบรวมข้อมูลระดับความสูงและความลึกบริเวณจังหวัดภูเก็ต และพังงา จากแผนที่ (ที่มีอยู่) ของกรมแผนที่ทหารและกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ
- 1.4.4 รวบรวมมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานสึนามิ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแรงที่กระทำกับโครงสร้างอาคารเนื่องจากคลื่นน้ำซึ่งได้แก่ ASCE (1998), FEMA-55 (2000), AASHTO และบทความวิจัยจากต่างประเทศ
- 1.4.5 ประมวลองค์ความรู้จากที่มีอยู่เพื่อพัฒนาวิธีการคำนวณแรงที่กระทำกับโครงสร้างอาคารที่มีรูปทรง และลักษณะผนังแบบต่างๆ โดยประยุกต์ใช้สูตรสมการตามหลักการทางกลศาสตร์ของไหลและปรับแก้สัมประสิทธิ์ช่องเปิดที่เหมาะสม
- 1.4.6 ทำการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการข้างต้น โดยการทดลองแบบจำลองอาคารในห้องปฏิบัติการซึ่งจำลองลักษณะสึนามิที่ปะทะอาคารจำลอง ผลที่ได้นำไปปรับปรุงสัมประสิทธิ์ช่องเปิดให้ถูกต้องขึ้น
- 1.4.7 คัดเลือกเกณฑ์ประเมินอาคาร ได้แก่ เกณฑ์ทางด้านกำลังขององค์อาคาร เสถียรภาพของโครงสร้าง และ ฐานราก รวมทั้งเสนอแนวทางการประเมินและปรับปรุงอาคารสาธารณะให้สามารถต้านทานสึนามิ และ จัดทำตัวอย่าง 1 อาคาร

- 1.4.8 คัดเลือกรูปแบบอาคารอพยพ และเสนอแนวทางการออกแบบอาคารอพยพด้านทานสึนามิ และ จัดทำแบบโครงสร้าง
- 1.4.9 จัดทำการประมาณราคาค่าก่อสร้างและเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง
- 1.4.10 เสนอแนะรูปแบบที่เหมาะสมของอาคารและสิ่งก่อสร้างพร้อมร่างกฎหมายควบคุมอาคาร ว่าด้วย การกำหนดรูปแบบและประเภทอาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยจากสึนามิ
- 1.4.11 จัดทำเทคนิคพิจารณาข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีและแนวทางการออกแบบ แล้วดำเนินการปรับปรุงตามความเหมาะสม
- 1.4.12 จัดทำสรุปผลการศึกษา คู่มือปฏิบัติพร้อมข้อเสนอแนะและทำการเผยแพร่ทั้งในรูปแบบเอกสาร และ home page ในอินเทอร์เน็ต

1.5 เนื้อหาโดยรวมของรายงาน

ภายหลังจากการเสนอแนะวิธีหรือแนวทางการออกแบบโครงสร้างอาคารอพยพและแนวทางการกำหนดหรือประเมินอาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัยแล้ว ในรายงานฉบับนี้เป็นการเปรียบเทียบผลกระทบในด้านราคาค่าก่อสร้างระหว่างการออกแบบโครงสร้างอาคารอพยพโดยใช้วิธีหรือแนวทางที่เสนอและการออกแบบโดยวิธีปกติ โดยมีหัวข้อใหญ่ ๆ ที่จะแสดงในบทถัดไป ดังต่อไปนี้

- 1.5.1 หลักการประมาณราคา
- 1.5.2 กระบวนการประมาณราคาค่าก่อสร้าง
- 1.5.3 ผลการประเมินราคา
- 1.5.4 สรุปผลการประมาณราคาค่าก่อสร้าง

บทที่ 2

การเปรียบเทียบผลกระทบด้านราคา

ในบทนี้จะเสนอเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการประมาณราคาก่อสร้างอาคารอพยพบนพื้นที่เสี่ยงภัยสึนามิ เฉพาะหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการก่อสร้างอาคารทั่วไป ที่ปรึกษาจึงทำการประมาณราคาอาคารเพื่อเปรียบเทียบจำนวน 3 หลัง มีรายละเอียดดังนี้

1. อาคารทั่วไป เป็นอาคารที่มีลักษณะพื้นที่ใช้สอย มีความสูงและขนาดเท่ากับอาคารอพยพภัยสึนามิ แต่โครงสร้างถูกออกแบบให้รับเฉพาะแรงกระทำในแนวดิ่งและแรงลมเท่านั้น

2. อาคารที่ออกแบบในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งลอยน้ำขนาดใหญ่ (อาคาร A) เป็นอาคารที่ออกแบบเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามเกณฑ์การออกแบบอาคารในภาคผนวก ก โดยไม่ใช้อุปกรณ์สลายพลังงาน แบบรายละเอียดของอาคาร A แสดงอยู่ในภาคผนวก ข

3. อาคารที่ออกแบบในพื้นที่ที่มีสิ่งลอยน้ำขนาดใหญ่โดยหลักการสลายพลังงาน (อาคาร B) ถูกออกแบบตามเกณฑ์การออกแบบในภาคผนวก ก. และใช้อุปกรณ์สลายพลังงานทำจากยาง (rubber fender) เป็นตัวเชื่อมระหว่างโครงป้องกันด้านนอก และ โครงสร้างด้านใน แบบรายละเอียดของอาคาร B แสดงอยู่ในภาคผนวก ค และรายละเอียดของอุปกรณ์สลายพลังงานทำจากยางแสดงในภาคผนวก ง ส่วนข้อกำหนดของอุปกรณ์สลายพลังงานที่เกี่ยวข้องกับแรงปฏิกิริยา และ พลังงานที่ต้องการสลาย สำหรับสึนามิที่มีความสูงน้ำท่วม 6 เมตร ได้กำหนดไว้ในเกณฑ์การออกแบบ (ภาคผนวก ก)

วิธีการประมาณราคาที่ใช้ เป็นวิธีการประมาณราคาโดยละเอียด โดยประมาณราคาจากปริมาณงาน วัสดุก่อสร้าง และแรงงานต่อหน่วย ๆ ของแต่ละประเภทงาน แล้วคูณด้วยราคาวัสดุรวมรวมและค่าแรงต่อหน่วย เป็นยอดรวมค่าวัสดุและค่าแรงทั้งหมด โดยใช้แนวทางการวัดปริมาณ และใช้ราคาวัสดุและค่าแรงจาก ราคากลางจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ และบัญชีค่าแรงงานของสำนักงบประมาณ ปี พ.ศ. 2550 เป็นเกณฑ์ในการประมาณราคาก่อสร้างอาคารดังกล่าว นอกจากนั้นได้ใช้ค่า Factor F สำหรับงานก่อสร้างอาคารจากหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคารของกรมบัญชีกลาง พ.ศ. 2549 เพื่อใช้ประมาณค่าอำนาจการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอาคาร

เพื่อให้การประมาณราคาในรายงานฉบับนี้ถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกับงานก่อสร้างของราชการปัจจุบัน ที่ปรึกษาอ้างอิงเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ของฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการกำกับนโยบายราคากลางงานก่อสร้าง สำนักพัฒนามาตรฐานระบบพัสดุภาครัฐ กรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง พ.ศ. 2550 ดังมีรายละเอียดบางส่วนดังนี้

2.1 หลักการประมาณราคา

การประมาณราคาเป็นการประมาณการ ซึ่งไม่ใช่ราคาที่แท้จริงหรือถูกต้องตรงกับราคาก่อสร้างจริง แต่เป็นเพียงราคาโดยประมาณหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงเท่านั้น

การประมาณราคาก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโดยทั่วไปมีวิธีประมาณการ 2 วิธี ดังนี้

2.1.1 การประมาณราคาโดยละเอียด

ใช้สำหรับประมาณราคางานที่ก่อสร้างจริง เพื่อเป็นราคากลางในการจัดหาผู้ทำการก่อสร้าง กระทำโดยการคำนวณปริมาณงานและวัสดุก่อสร้าง แล้วนำไปประมาณการหาค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ตลอดจนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับกิจกรรมก่อสร้าง แล้วรวมยอดเป็นค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างทั้งหมด ผลที่ได้จากการประมาณราคาโดยละเอียดนี้จะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีการประมาณราคาจากปริมาณงาน วัสดุก่อสร้าง และแรงงานต่อหน่วย เป็นวิธีประมาณราคาโดยการถอดแบบคำนวณหาปริมาณงานวัสดุและแรงงานก่อสร้างออกมาเป็นหน่วยๆ ของแต่ละประเภท แล้วคูณด้วยราคาค่าวัสดุรวมและค่าแรงงานต่อหน่วย เป็นยอดรวมค่าวัสดุและค่าแรงทั้งหมดแล้วนำไปประมาณหาค่าอำนาจการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอากร ค่าก่อสร้างที่ประมาณการโดยวิธีนี้ จึงมีค่าเท่ากับ เงินรวมยอดของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าอำนาจการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอากร

2. วิธีประมาณราคาจากปริมาณวัสดุก่อสร้างทั้งหมด เป็นวิธีประมาณราคา โดยการถอดแบบคำนวณหาปริมาณวัสดุก่อสร้าง ออกมาตามชนิดของวัสดุ แล้วคูณด้วยราคาต่อหน่วยของวัสดุแต่ละชนิด แล้วรวมยอดเป็นราคาค่าวัสดุทั้งหมด แต่วิธีนี้ไม่สามารถกำหนดค่าแรงต่อหน่วยได้ ต้องกำหนดค่าแรงงานเป็นร้อยละ ของค่าวัสดุทั้งหมด แล้วรวมเป็นค่าวัสดุและค่าแรงงานทั้งหมด นำไปประมาณการหาค่าอำนาจการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอากร ค่าก่อสร้างที่ประมาณโดยวิธีนี้ จึงมีค่าเท่ากับเงินรวมยอดของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าอำนาจการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษี

2.1.2 การประมาณราคาโดยสังเขป

ใช้สำหรับผู้ออกแบบ (สถาปนิก วิศวกร) เพื่อให้รู้ว่าแบบที่ออกมานั้นจะก่อสร้างได้ตามวงเงินงบประมาณที่มีอยู่หรือไม่ หรือใช้สำหรับตรวจสอบการประมาณราคาโดยละเอียด ที่ได้ประมาณราคาไปแล้ว ว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีประมาณราคาจากปริมาตร เป็นวิธีประมาณราคาโดยหาปริมาตรของอาคารทั้งหมด แล้วคูณด้วยราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยของปริมาตร ซึ่งได้มาจากผลการประมาณราคาโดยละเอียด วิธีนี้นิยมใช้กับอาคารโล่ง ๆ ที่มีรายละเอียดของส่วนประกอบไม่มากนัก เช่น อาคารโรงงาน ถังเก็บน้ำ

2. วิธีประมาณราคาจากพื้นที่หรือเนื้อที่ เป็นวิธีประมาณราคาโดยหาปริมาณพื้นที่หรือเนื้อที่ที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคาร แล้วคูณด้วยราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยพื้นที่หรือเนื้อที่ ซึ่งได้มาจากผลการประมาณราคาโดยละเอียดของงานก่อสร้างประเภทเดียวกันที่ได้เคยทำการประมาณราคาไว้แล้ว

การประมาณราคาส่งก่อสร้างของทางราชการกระทำโดยวิธีประมาณราคาโดยละเอียด ซึ่งจะเป็นการประมาณการในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ประมาณการหาปริมาณงานและวัสดุก่อสร้าง โดยวิธีการถอดแบบเพื่อให้ได้ปริมาณงาน และวัสดุก่อสร้าง ที่จะต้องใช้ในการก่อสร้างตามแบบแปลนและรายการก่อสร้างของงานก่อสร้างนั้น ๆ

2. ประมาณการหาราคาวัสดุก่อสร้าง

3. ประมาณการหาค่าแรงงานในการก่อสร้าง

4. ประมาณการหาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการก่อสร้าง ได้แก่ ค่าอำนาจการ และ ดำเนินงาน (รวมค่าประกันภัยและค่าความเสียหายอื่น ๆ) ค่าดอกเบี้ย ค่ากำไร และค่าภาษีอากร

2.2 กระบวนการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคาร

กระบวนการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารมีดังต่อไปนี้

2.2.1 การถอดแบบ

เป็นขั้นตอนในการแยกงานก่อสร้างทั้งอาคาร ออกเป็นปริมาณเนื้องานของงานย่อยต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มสำหรับการประมาณราคา เป็นขั้นตอนสำคัญในการคำนวณหรือประมาณการราคาค่าก่อสร้างในงานก่อสร้างอาคาร โดยต้องดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของการก่อสร้าง ส่วนประกอบของอาคาร รวมทั้งจะต้องพิจารณาในเรื่องของหลักเกณฑ์ มาตรฐาน แนวทาง วิธีปฏิบัติ และคู่มือประกอบในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องกำหนดหน่วยของปริมาณงาน วัสดุ และแรงงาน ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันตามหลักวิชาช่าง เช่นคอนกรีตมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) แบบหล่อคอนกรีตมีหน่วยเป็นตารางเมตร (ตร.ม.) เป็นต้น

ปริมาณงาน วัสดุ และแรงงาน สำหรับการประมาณราคาก่อสร้างในงานก่อสร้างอาคาร โดยทั่วไปสามารถจำแนกโครงสร้างของการถอดแบบและการประมาณราคาในงานก่อสร้างอาคาร เป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ค่างาน ให้คิดเฉพาะราคาทุน ซึ่งยังไม่รวมค่าดำเนินการ ดอกเบี้ย ค่าไร และ ค่าภาษี ประกอบด้วย 4 กลุ่มงาน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย

- 1.1 งานโครงสร้าง
- 1.2 งานสถาปัตยกรรม
- 1.3 งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง (ในอาคาร)
- 1.4 งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร (ในอาคาร)

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย

- 2.1 งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- 2.2 งานระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน
- 2.3 งานระบบพิเศษอื่น ๆ

กลุ่มที่ 3 งานครุภัณฑ์สั่งทำ (จัดจ้าง) และงานตกแต่งภายในอาคาร

กลุ่มที่ 4 งานภูมิทัศน์

ส่วนที่ 2 ค่างานครุภัณฑ์สั่งซื้อ (จัดซื้อ) และระบบโสตทัศน ให้คิดราคาจากผู้ผลิตหรือผู้จำหน่าย แล้วนำไปรวมกับค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม สรุปเป็นค่าก่อสร้างได้เลย โดยไม่ต้องนำค่างานส่วนนี้ไปรวมกับค่างานส่วนที่ 1

ส่วนที่ 3 ค่าใช้จ่ายพิเศษ (ถ้ามี) เป็นค่าใช้จ่ายที่นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้างทั่วไป เช่น ค่า Tower Crane ระบบป้องกันฝุ่น ระบบป้องกันดินพัง และการไม่อนุญาตให้คนงานพักในบริเวณที่ก่อสร้าง เป็นต้น ให้คิดเป็นราคาเหมารวมของค่าใช้จ่ายดังกล่าว แล้วยกไปรวมเป็นค่าก่อสร้างได้เลย โดยไม่ต้องนำไปคำนวณหาค่า Factor F รวมทั้งค่าภาษีมูลค่าเพิ่มอีก

ส่วนที่ 4 สรุปค่าก่อสร้างทั้งหมด เป็นส่วนของการสรุปค่างานและค่าใช้จ่ายทั้งหมด เป็นราคากลางหรือค่าก่อสร้างทั้งโครงการ ดังนี้

1. นำค่าวัสดุและค่าแรงงาน หรือค่างาน (ที่เรียกว่าทุน) ของงานส่วนที่ 1 ไปเทียบหาค่า Factor F จากตาราง Factor F แล้วนำค่า Factor F ที่ได้ ไปคูณกับค่างานของส่วนที่ 1 เป็นค่าก่อสร้างของงานส่วนที่ 1

2. หากมีค่างานส่วนที่ 2 (ค่างานครุภัณฑ์ สั่งซื้อ (จัดซื้อ) และระบบโสตทัศน) ก็ให้นำค่างานส่วนที่ 2 ซึ่งรวมค่าภาษีมูลค่าเพิ่มแล้ว ไปบวกกับค่าก่อสร้างของงานส่วนที่ 1 เป็น ค่าก่อสร้างของงานส่วนที่ 1 และงานส่วนที่ 2

3. หากมีค่างานหรือค่าใช้จ่ายส่วนที่ 3 (ค่าใช้จ่ายพิเศษ) ก็ให้นำค่างานส่วนที่ 3 ไปบวกกับค่าก่อสร้างของงานส่วนที่ 1 และค่างานส่วนที่ 2 ได้เป็นราคาค่าก่อสร้าง (ราคากลาง) ตามแต่กรณี

อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกในการถอดแบบเพื่อประมาณการราคาค่าก่อสร้างและเพื่อให้ง่ายต่อการนำหลักเกณฑ์การถอดแบบสำรวจปริมาณงาน วัสดุ และแรงงาน ในงานก่อสร้าง ไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงได้กำหนดให้มีแบบฟอร์ม บัญชีแสดงปริมาณเนื้องาน ค่าวัสดุ และค่าแรง (B.O.Q.) เพื่อใช้ประกอบการถอดแบบสำรวจปริมาณงาน วัสดุ และแรงงาน ในงานก่อสร้างอาคาร ประกอบด้วย

- ช่อง ลำดับที่ สำหรับแสดงตัวเลขหัวข้อของงานประเภทต่าง ๆ โดยเรียงตามลำดับ
- ช่อง รายการ สำหรับแสดงชื่อรายการของงานประเภทต่าง ๆ ที่ทำการก่อสร้าง
- ช่อง จำนวน สำหรับแสดงตัวเลขจำนวนเนื้องานของงานประเภทต่าง ๆ
- ช่อง หน่วย สำหรับแสดงหน่วยของงานประเภทต่าง ๆ เช่น ลบ.ม. ตร.ม. เมตร ฯลฯ
- ช่อง ค่าวัสดุ สำหรับแสดงตัวเลขจำนวนค่าวัสดุของงานประเภทต่าง ๆ
- ช่อง ค่าแรง สำหรับแสดงตัวเลขจำนวนค่าแรงงานของงานประเภทต่าง ๆ
- ช่อง รวมค่าวัสดุและค่าแรงงาน สำหรับรวมตัวเลขจำนวนค่าวัสดุและค่าแรงงานของงานประเภทต่าง ๆ

ช่อง หมายเหตุ เป็นช่องเพื่อไว้สำหรับแสดงรายการที่มีเงื่อนไข หรือข้อความอื่น ๆ ที่ต้องการระบุเพิ่มเติม

บัญชีแสดงปริมาณเนื้องาน ค่าวัสดุ และค่าแรงงาน (B.O.Q.) ดังกล่าว ประกอบด้วยรายงานก่อสร้างต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากในงานก่อสร้างอาคารทั่ว ๆ ไปจะมี โดยจำแนกออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1: ค่าวัสดุและค่าแรงงาน (คำนวณในราคาทุน)
- ส่วนที่ 2: ครุภัณฑ์สั่งซื้อหรือจัดซื้อ (คำนวณในราคาผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย)
- ส่วนที่ 3: ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนด (ราคาเหมารวมสุทธิ)

ในรายงานฉบับนี้ได้ทำการถอดแบบเฉพาะส่วนที่ 1 กลุ่มที่ 1 งานโครงสร้าง และส่วนที่ 3 ค่าใช้จ่ายพิเศษ ขึ้นส่วนสลายพลังงานในอาคาร B ส่วนที่ 4 สรุปค่าก่อสร้างทั้งหมด โดยใช้การประมาณราคาโดยละเอียด และจัดทำบัญชีแสดงปริมาณเนื้องาน ค่าวัสดุ และค่าแรงงานตามเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ของกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง โดยมีวิธีการถอดแบบมีดังต่อไปนี้

ก. งานดิน

งานถมดิน, ทราย, ลูกรัง คิดปริมาณเป็นลูกบาศก์เมตรตามรูปแบบผังบริเวณ (คิวแน่น) แล้วเพื่อการขุดตัวเป็นร้อยละ 25 ของวัสดุที่จะถม

งานขุดดิน คิดปริมาณงานขุดดินเป็นลูกบาศก์เมตรตามรูปแบบก่อสร้าง แล้วคิดเผื่อกันดินพัง และช่องว่างในการลงไปทำงานในหลุมร้อยละ 30 ของปริมาณดินที่ขุด

ข. งานเสาเข็ม

งานเสาเข็ม คิดปริมาณงานเป็นจำนวนต้น ตามรูปแบบก่อสร้าง โดยให้แสดงขนาดหน้าตัดและความยาวของเสาเข็มไว้ใน B.O.Q. (ไม่ต้องเผื่อเข็มหักหรือเข็มสำหรับทดสอบ)

งานทดสอบเสาเข็ม คิดปริมาณงานเป็นจำนวนต้นตามข้อกำหนดในรายการก่อสร้าง

งานทดสอบดิน คิดปริมาณงานเป็นจำนวนจุด ตามข้อกำหนดในรายงานก่อสร้าง

ค. งานคอนกรีตโครงสร้าง

งานฐานราก คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่แนวราบของฐานรากคูณ ความหนาของฐานราก คูณ จำนวนของฐานรากแต่ละขนาดแล้วยกยอดไปรวมกับงานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ ต่อไป

เสาและกำแพงคอนกรีต คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร วิธีการวัดคือเอาพื้นที่หน้าตัดของเสา คูณ ความสูงจากส่วนบนสุดของฐานรากถึงระดับท้องพื้นชั้นที่หนึ่งและจากด้านบนของพื้นชั้นที่หนึ่งไปจนถึงท้องพื้นชั้นถัดไปตามลำดับ คูณ จำนวนของเสาแต่ละขนาด แล้วยกยอดไปรวมกับงานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ ต่อไป

คานหล่อในที่ คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่หน้าตัดของคานซึ่งได้หักความหนาของพื้นก่อนแล้ว (ยกเว้นคานที่ไม่มีพื้นคอนกรีต) คูณ ความยาวของคานวัดจากหน้าเสาต้นหนึ่ง ไปยังหน้าเสาอีกต้นหนึ่งของช่องคานนั้น คูณ จำนวนของคานแต่ละขนาดแล้วยกยอดไปรวมกับงานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ ต่อไป

พื้นหล่อในที่ คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่ของพื้นโดยไม่ต้องหักพื้นที่หน้าตัดของเสาและความกว้างของหน้าตัดคาน คูณด้วยความหนาของพื้น คูณ จำนวนของพื้นแต่ละขนาด แล้วยกยอดไปรวมกับงานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ ต่อไป

ชั้นบันได คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่หน้าตัดของชั้นบันได คูณความกว้างของชั้นบันไดแล้วคูณ จำนวนชั้นบันไดของแต่ละรูปแบบ แล้วยกยอดไปรวมกับงานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ ต่อไป

ชานพักบันได คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่ของพื้นชานพักบันได โดยไม่ต้องหักพื้นที่หน้าตัดของเสาและความกว้างของหน้าตัด คาน คูณ จำนวนของพื้นชานพักแต่ละขนาดแล้วยกยอดไปรวมกับงานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ ต่อไป

งานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่หน้าตัดของคอนกรีตนั้น ๆ คูณ จำนวนของแต่ละขนาดความกว้าง หรือความยาว แล้วแต่รูปแบบ ที่จะหล่อคอนกรีตแล้วยกยอดไปรวมกับงานคอนกรีตส่วนอื่น ๆ ต่อไป

สรุปรวมงานคอนกรีต คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร เอาจำนวนคอนกรีตของงานต่าง ๆ ที่มีส่วนผสมหรือกำลังอัดประลัยเดียวกันมารวมกัน (ไม่ต้องเผื่อ) แล้วนำยอดที่ได้ไปใส่ในตาราง

ง. แบบหล่อคอนกรีต

ฐานราก คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร วิธีการวัดคือ เอาความยาวโดยรอบรูปด้านข้างของฐานราก คูณ ความหนาของฐานราก คูณ จำนวนของฐานรากแต่ละขนาด แล้วยกยอดไปรวมกับงานทำแบบส่วนอื่น ๆ ต่อไป

เสาและกำแพงคอนกรีต คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร วิธีการวัดคือ เอาความยาวโดยรอบรูปหน้าตัดเสา คูณ ความสูงจากส่วนบนสุดของฐานรากถึงระดับท้องพื้นชั้นที่หนึ่ง และจากด้านบนของพื้นชั้นที่หนึ่งไปจนถึงท้องพื้นชั้นถัดไป ตามลำดับแล้วคูณ จำนวนของเสาและกำแพงแต่ละขนาดแล้วยกยอดไปรวมกับงานทำแบบส่วนอื่น ๆ ต่อไป

คานหล่อทับที่ คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร วิธีการวัดคือเอาขนาดหน้าตัดของคานวัดความกว้างของหน้าตัดคานบวกด้วยความลึกของคานทั้งสองด้านซึ่งได้หักความหนาของพื้นสองด้านหรือด้านเดียวก่อนแล้ว (ยกเว้นคานที่ไม่มีพื้น) คูณ ความยาวของคานวัดจากหน้าเสาต้นหนึ่งไปยังหน้าเสาอีกต้นหนึ่ง ของช่วงเสานั้น คูณ จำนวนของคานแต่ละขนาด แล้วยกยอดไปรวมกับงานทำแบบส่วนอื่น ๆ ต่อไป

พื้นหล่อทับที่ คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่ของพื้น หักพื้นที่หน้าตัดของเสา และพื้นที่ความกว้างของหน้าตัดคานด้านบน โดยรอบ คูณจำนวนของพื้นแต่ละขนาด แล้วยกยอดไปรวมกับงานทำแบบส่วนอื่น ๆ ต่อไป

ชั้นบันได คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร วิธีการวัดคือ เอาขนาดของลูกตั้งชั้นบันได คูณ จำนวนลูกตั้ง บวกความยาวของท้องบันได คูณ ความกว้างของบันได และบวกพื้นที่ความหนา ด้านข้างบันไดสองด้าน แล้วยกยอดไปรวมกับงานทำแบบส่วนอื่น ๆ ต่อไป

ชานพักบันได คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร วิธีการวัดคือ เอาพื้นที่ของพื้น หักพื้นที่หน้าตัดของเสา และพื้นที่ความกว้างของหน้าตัดคานด้านบน โดยรอบคูณจำนวนของพื้นแต่ละขนาด แล้วยกยอดไปรวมกับงานทำแบบส่วนอื่น ๆ ต่อไป

จ. ไม้แบบหล่อคอนกรีต

ไม้ใช้ทำแบบ คิดเป็นตารางเมตร วิธีการวัดคือนำข้อมูลจากแบบหล่อคอนกรีตในหัวข้อที่ 4 คูณกับสัดส่วนการลดเปอร์เซ็นต์เนื่องจากการใช้งานได้หลายครั้ง ในที่นี้คิด 60% เนื่องจากเป็นอาคาร 5 ชั้นและมีโครงสร้างที่มีลักษณะพิเศษ

ไม้คร่าวยึดไม้แบบ คิดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์ฟุต วิธีการวัดคือ คิดจำนวนไม้คร่าวยึดไม้แบบหล่อคอนกรีตเป็นร้อยละ 30 ของปริมาณไม้แบบหล่อคอนกรีตแล้วยกยอดไปใส่ในตาราง

ไม้ค้ำยันไม้แบบ คิดปริมาณงานเป็นจำนวนต้น วิธีการวัดคือ คานคิดจำนวน 1 ต้นต่อความยาวคาน 1 เมตร พื้นคิดจำนวน 1 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร รวมจำนวนทั้งหมดแล้ว คูณด้วย 30% เป็นจำนวนที่ใช้งาน แล้วยกยอดไปใส่ไว้ในตาราง

ตะปูประกอบไม้แบบ คิดปริมาณงานเป็น กก. วิธีการวัดคือ คิดจำนวน 0.25 กก. ต่อไม้แบบ 1 ตารางเมตร แล้วยกยอดไปใส่ในตาราง

จ. เหล็กเสริมคอนกรีต

ฐานราก คิดปริมาณงานเป็นกก. วิธีการวัดคือ เหล็กเสริมหลักตามยาวและเหล็กเสริมหลักตามขวางคิดเท่ากับความยาวและความกว้างของฐานราก (ผิวคอนกรีต-ผิวคอนกรีต) บวก ความยาวส่วนที่ต้องงอขึ้นหลักฐานราก กรณีที่รูปแบบไม่ได้แสดงไว้ ให้คิดเท่ากับความยาวเหล็กเสริมหลัก บวกกับ 2 เท่าของความหนาฐานรากแล้ว คูณ ด้วยจำนวนเหล็กเสริมแต่ละขนาดในส่วนเหล็กเปลือกรอบฐานราก ให้คิดเท่ากับเส้นวัตรอบของฐานราก (ตามผิวคอนกรีต) คูณ จำนวนเหล็กเสริมแต่ละขนาด แล้วเอาน้ำหนักเหล็กเสริมแต่ละขนาด ไปบวกกับเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหล็ก แล้วยกยอดไปรวมกับงานเหล็กเสริมส่วนอื่น ๆ ต่อไป

เสาตอม่อ คิดปริมาณงานเป็น กก. วิธีการวัดคือ เหล็กเสริมหลักคิดความยาวจากท้องฐานรากถึงระดับพื้นชั้นแรกตามระดับในแบบกำหนดบวกความยาวของเหล็กงอในฐานราก คูณ จำนวนเหล็กเสริมแต่ละขนาดและในส่วนของเหล็กเปลือกรอบเสาตอม่อให้คิดเท่ากับเส้นวัตรอบของเสาตอม่อ คูณจำนวนเหล็กเสริมแต่ละขนาดเสร็จแล้วเอาน้ำหนักแต่ละขนาด บวกกับเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหล็กยกยอดไปรวมกับงานเหล็กเสริมส่วนอื่น ๆ ต่อไป

เสาและกำแพง คิดปริมาณงานเป็น กก. วิธีการวัดคือ เหล็กเสริมหลักคิดความยาวจากระดับพื้นชั้นนั้น ๆ ถึงระดับพื้นชั้นถัดไป (ไม่ต้องคิดการทาบต่อ งอปลาย) คูณ จำนวนเหล็กเสริมเสาและกำแพงแต่ละขนาด ในส่วนของเหล็กเปลือกรอบเสา ให้คิดเท่ากับเส้นวัตรอบของเส้นวัตรอบเสาหรือตามรูปแบบของหน้าตัดเสาและกำแพง คูณ จำนวนของเหล็กปลอกแต่ละขนาด บวกกับเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหล็ก แล้วยกยอดไปรวมกับงานเหล็กเสริมอื่น ๆ ต่อไป

คานหล่อในที่ คิดปริมาณงานเป็น กก. วิธีการวัดคือ เหล็กเสริมหลักคิดความยาวจากศูนย์กลางของจตุรรองรับถึงศูนย์กลางของจตุรรองรับหรือริมสุดของคาน (กรณีเป็นคานช่วงสุดท้าย และไม่ต้องคิดการทาบ ต่อ งอ ปลาย งอคอม้า) คูณ จำนวนเหล็กเสริมคานแต่ละขนาด ในส่วนของเหล็กเปลือกรอบคาน ให้คิดเท่ากับเส้นวัตรอบของคาน (ตามผิวคอนกรีต ไม่ต้องคิดการงอปลายเหล็ก) คูณ จำนวนของเหล็กปลอกแต่ละขนาด บวกกับเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหล็กตามข้อกำหนดไว้ในหลักเกณฑ์การเผื่อ ยกยอดไปรวมกับงานเหล็กเสริมอื่น ๆ ต่อไป

พื้นหล่อในที่ คิดปริมาณงานเป็น กก. วิธีการวัดคือ เหล็กเสริมหลักคิดความยาวจากศูนย์กลางของจตุรรองรับด้านหนึ่งถึงศูนย์กลางของจตุรรองรับอีกด้านหนึ่งหรือริมสุดของพื้น (กรณีเป็นพื้นช่วงสุดท้าย และไม่ต้องคิดการทาบ ต่อ งอปลาย งอคอม้า) คูณ จำนวนเหล็กเสริมพื้นแต่ละ

ขนาด ในส่วนของเหล็กเสริมพิเศษ ให้คิดขนาดความยาวและจำนวนตามรูปแบบนำมาบวกเหล็กเสริมหลักแต่ละขนาด (ไม่ต้องคิดการงอปลายเหล็ก) บวกกับเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหล็ก ยกยอดไปรวมกับงานเหล็กเสริมอื่น ๆ ต่อไป

บันไดคอนกรีต คิดปริมาณงานเป็น กก. วิธีการวัดคือ เหล็กเสริมหลักคิดความยาวจากศูนย์กลางของจตุรกรรับด้านหนึ่งถึงศูนย์กลางของจตุรกรรับอีกด้านหนึ่ง (ไม่ต้องคิดการทาบ ต่อ งอ ปลาย งอคอมา) คูณ จำนวนเหล็กเสริมพื้นบันไดแต่ละขนาด ในส่วนของเหล็กเสริมชั้นบันไดให้คิดขนาดความยาวและจำนวนตามรูปแบบ นำมาบวกเหล็กเสริมหลักแต่ละขนาด (ไม่ต้องคิดการงอ ปลายเหล็กบวกกับเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหล็ก ยกยอดไปรวมกับงานเหล็กเสริมอื่น ๆ ต่อไป

ขานพักบันได คิดปริมาณงานเป็น กก. วิธีการวัดคือ เป็นลักษณะเดียวกับงานคิดเหล็กเสริมพื้น โดยทั่วไปแล้วยกยอดไปรวมกับงานเหล็กเสริมส่วนอื่น ๆ ต่อไป

การเผื่อของเหล็กเสริม เนื่องจากต้องทาบต่อ งอปลาย คัดคอมา และเสียดเสียดใช้งานไม่ได้ของเหล็กเสริมแต่ละขนาดทั้งเหล็กเส้นกลมผิวเรียบและเหล็กข้ออ้อย ในรายงานฉบับนี้ได้ใช้เกณฑ์ดังนี้

เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ

- ขนาด 6 มม. เผื่อ 5%
- ขนาด 9 มม. เผื่อ 7%
- ขนาด 12 มม. เผื่อ 9%

เหล็กข้ออ้อย

- ขนาด 12 มม. เผื่อ 9%
- ขนาด 16 มม. เผื่อ 11%
- ขนาด 20 มม. เผื่อ 13%
- ขนาด ≥ 25 มม. เผื่อ 15%

ลดผูก คำนวณจาก 0.015 กก. / น้ำหนักเหล็กเสริม 1 กก.

2.2.2 การใส่ราคาวัสดุ

เป็นขั้นตอนในการหาราคาวัสดุของแต่ละงานย่อยต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มสำหรับการประมาณราคา ซึ่งราคาวัสดุนี้ได้ใช้ตามเกณฑ์ราคากลางจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้ากรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์ ปี พ.ศ. 2550 เป็นหลัก และสอบถามราคาเพิ่มเติมจากท้องตลาดในปัจจุบันประกอบ

2.2.3 การใส่ค่าแรงงาน

เป็นขั้นตอนในการหาราคาค่าแรงงานของแต่ละงานย่อยต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มสำหรับการประมาณราคา ซึ่งค่าแรงงานในรายงานฉบับนี้ใช้จากบัญชีค่าแรงงานของสำนักงานประมาณ ปี พ.ศ. 2550

2.2.4 การใส่ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อสร้าง

เป็นขั้นตอนในการหาค่าใช้จ่ายทางอ้อม ซึ่งได้แก่ ค่าอำนวยความสะดวก ค่าดอกเบี้ย กำไร และค่าภาษี Factor F (ในรายงานฉบับนี้ใช้ Factor F สำหรับงานก่อสร้างอาคาร จากหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคารของกรมบัญชีกลาง พ.ศ. 2549 เงินล่วงหน้า 0% เงินประกันผลงานหัก 0% ดอกเบี้ยเงินกู้ 8% ต่อปี และ ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%) โดยนำมาคูณกับค่างานที่ได้จากการรวมค่าวัสดุและค่าแรงแต่ยังไม่รวมวัสดุ อุปกรณ์พิเศษ หรืองานก่อสร้างบางรายการ ที่ไม่สามารถคำนวณตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นได้

2.3 ผลการประมาณราคา

รายละเอียดการประมาณราคาของแต่ละอาคารในรายงานฉบับนี้ประกอบไปด้วย 2 ตาราง คือ ตาราง ก. คือตารางแสดงปริมาณงานและวัสดุ และ ตาราง ข. คือ บัญชีแสดงปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง (B.O.Q.) ผลการประมาณราคาของอาคารทั่วไป อาคารที่ออกแบบในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งลายนํ้าขนาดใหญ่ (อาคาร A) และ อาคารที่ออกแบบในพื้นที่ที่มีสิ่งลายนํ้าขนาดใหญ่โดยหลักการสลายพลังงาน (อาคารB) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1ก.-ข. ตารางที่ 2.2ก.-ข. และตารางที่ 2.3 ก.-ข. ตามลำดับ

จากตารางดังกล่าว พบว่าอาคารซึ่งเป็นอาคารทั้ง 3 มีราคาค่าก่อสร้างในหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างดังนี้

อาคารทั่วไปมีราคาประมาณ 12.4 ล้านบาท

อาคาร A มีราคาประมาณ 22.3 ล้านบาท มากกว่าอาคารทั่วไป 9.9 ล้านบาท

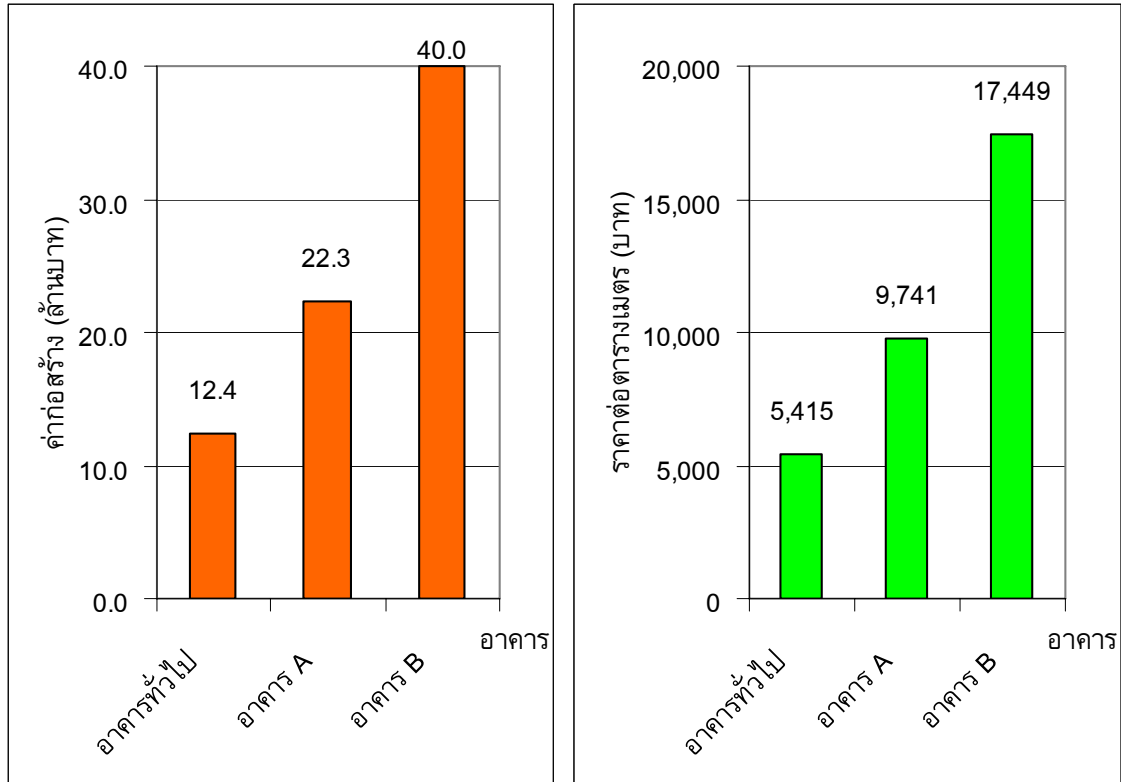
อาคาร B มีราคาประมาณ 39.4 ล้านบาท มากกว่า อาคารทั่วไปประมาณ 27 ล้านบาท และมากกว่าอาคาร A ประมาณ 17.1 ล้านบาท (รูปที่ 2.1)

หากเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างเฉพาะหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างเป็นราคาต่อตารางเมตร โดยคำนวณพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด 5 ชั้น รวมคาดฟ้าและหอสังเกตการณ์ 1 ห้อง มีค่าเท่ากับ 2,294 ตารางเมตร สามารถประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารเฉพาะหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง ได้ดังนี้

อาคารทั่วไปราคา 5,415 บาทต่อตารางเมตร (รูปที่ 2.1)

อาคาร A ราคา 9,741 บาทต่อตารางเมตร

อาคาร B ราคา 17,185 บาทต่อตารางเมตร



รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างอาคารเฉพาะหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

อาคารทั่วไปที่ออกแบบรับเฉพาะแรงในแนวตั้งและแรงลมนั้นมีขนาดหน้าตัดเสา-คาน เหล็กเสริม ฐานราก เสาเข็ม (รูปที่ 2.2 แสดง หน้าตัดเสา-คาน ฐานราก และ เสาเข็ม อาคารทั่วไป) ที่เล็กกว่าอาคารอพยพในพื้นที่ที่มีสิ่งลายน้ขนาดใหญ่ (อาคาร A) และอาคารอพยพในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งลายน้ขนาดใหญ่ (อาคาร B) โดยเฉพาะปริมาณเหล็กเสริมในอาคาร A และ อาคาร B ใช้ประมาณ 316 ตัน และ 566 ตัน ตามลำดับ ส่วนในอาคารทั่วไปใช้เพียง 118 ตัน ปริมาณคอนกรีตในอาคาร A และ อาคาร B ใช้ประมาณ 1,286 ลบ.ม. และ 1,713 ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนในอาคารทั่วไปใช้เพียง 707 ลบ.ม. นอกจากนี้ อาคารสลายพลังงานยังมีกำแพงรับแรงเฉือนซึ่งต้องใช้เสาเข็มที่มีขนาดใหญ่และจำนวนมากกว่าอาคารทั่วไป ถึง 44 ตัน มีคานของโครงนอกรูปตัวไอขนาด 2.5x1.8 ม. รอบตัวอาคารซึ่งใช้เหล็กเสริม และต้องติดตั้งอุปกรณ์สลายพลังงานจำนวน 48 ชุด ซึ่งไม่มีในอาคารทั่วไปและอาคาร A โดยราคาอุปกรณ์สลายพลังงานทำจากยางขายเป็นกิโลกรัม กิโลกรัมละ 150 บาท/เมตร ซึ่งมีราคาประมาณชุดละ 150,000 บาทพร้อมติดตั้ง รวมเป็นเงินประมาณ 7.2 ล้านบาท จึงเป็นสาเหตุให้อาคาร B มีมูลค่าสูงอาคารทั่วไปประมาณ 3 เท่า

หากเปรียบเทียบราคาโดยละเอียดในแต่ละรายการของแต่ละอาคาร สามารถแสดงได้ด้วยกราฟแท่งรูปที่ 2.3ก และ รูปที่ 2.3ข พบว่าอาคาร B มีราคาในแต่ละรายการสูงกว่าอาคาร A และอาคารทั่วไปเกือบทุกรายการ โดยรายการที่มีมูลค่าสูงได้แก่ เหล็กเสริม ร่องมาเป็น คอนกรีต โครงสร้าง เสาเข็ม ไม้แบบ ลวดผูก ตะปู คอนกรีตหยาบ ดินซุด และทรายถม ตามลำดับ ซึ่งเหล็กเสริมที่ใช้ก่อสร้างอาคารทั้ง 3 นี้มากที่สุดได้แก่เหล็กเสริมข้ออ้อยกำลังครากมากกว่า 5,000 กก./ตร.ซม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มม. (DB28 หรือ DB32 SD50) ร่องลงมาได้แก่ เหล็กข้ออ้อยกำลังครากมากกว่า 4,000 กก./ตร.ซม. ขนาด 25 มม.(DB25) 12 มม. (DB12) 16 มม. (DB16) 20 มม. (DB20) เหล็กเส้นกลมกำลังครากมากกว่า 2,400 กก./ตร.ซม. 9 มม. (RB9) 12 มม.(RB12) และ 6 มม. (RB6) ตามลำดับ (รูปที่ 2.4)

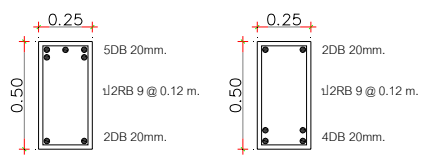
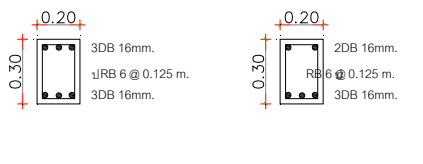
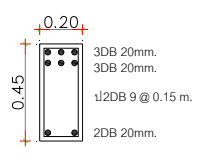
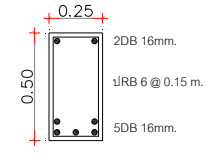
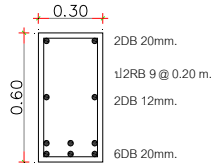
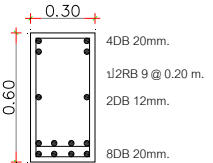
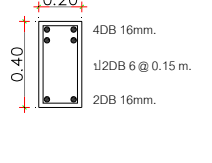
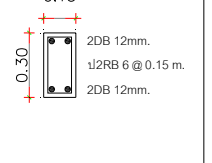
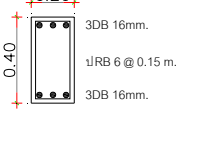
เมื่อเปรียบเทียบงานฐานราก เสา คาน พื้น และ งานอื่น ๆ ในแต่ละอาคารพบว่า (รูปที่ 2.5 ก. - ค.)

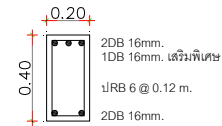
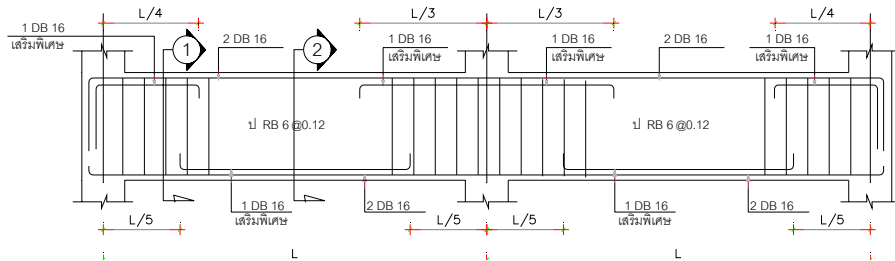
อาคารทั่วไป มีค่าใช้จ่ายในหมวดงานฐานรากมากที่สุด 34% ร่องมาเป็นงานพื้น 29% งานคาน 26% และ เสา 11% ส่วนอาคาร

อาคาร A มีค่าใช้จ่ายในหมวดงานฐานรากมากที่สุดเช่นเดียวกับอาคารทั่วไป 36% แต่ร่องลงมาเป็นค่าใช้จ่ายในเรื่องของคาน และเสา มากถึง 26% และ 22% ตามลำดับ ส่วนพื้นมีเพียง 16%

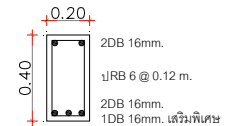
อาคาร B มีค่าใช้จ่ายในหมวดงานคานถึง 38% ร่องมาเป็น ฐานราก 20% อุปกรณ์สลายพลังงาน (Fender) 18% ตามด้วยเสา 10% พื้น 8% และ กำแพงรับแรงเฉือน (shear wall) 6% จะเห็นว่าอาคาร B มีค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ไปกับคาน โดยเฉพาะคานของโครงนอกที่มีขนาด 2.5ม. x 1.8 ม. เสริมเหล็ก 96 เส้น DB28 บนและล่าง

แบบขยายการเสริมเหล็กคาน

 <p style="text-align: center;">END SPAN MID SPAN</p>	 <p style="text-align: center;">END SPAN MID SPAN</p>	 <p style="text-align: center;">CANTILEVER BEAM</p>			
B1	B2	B3			
					
B4	B5	B6	B8	B9	B10

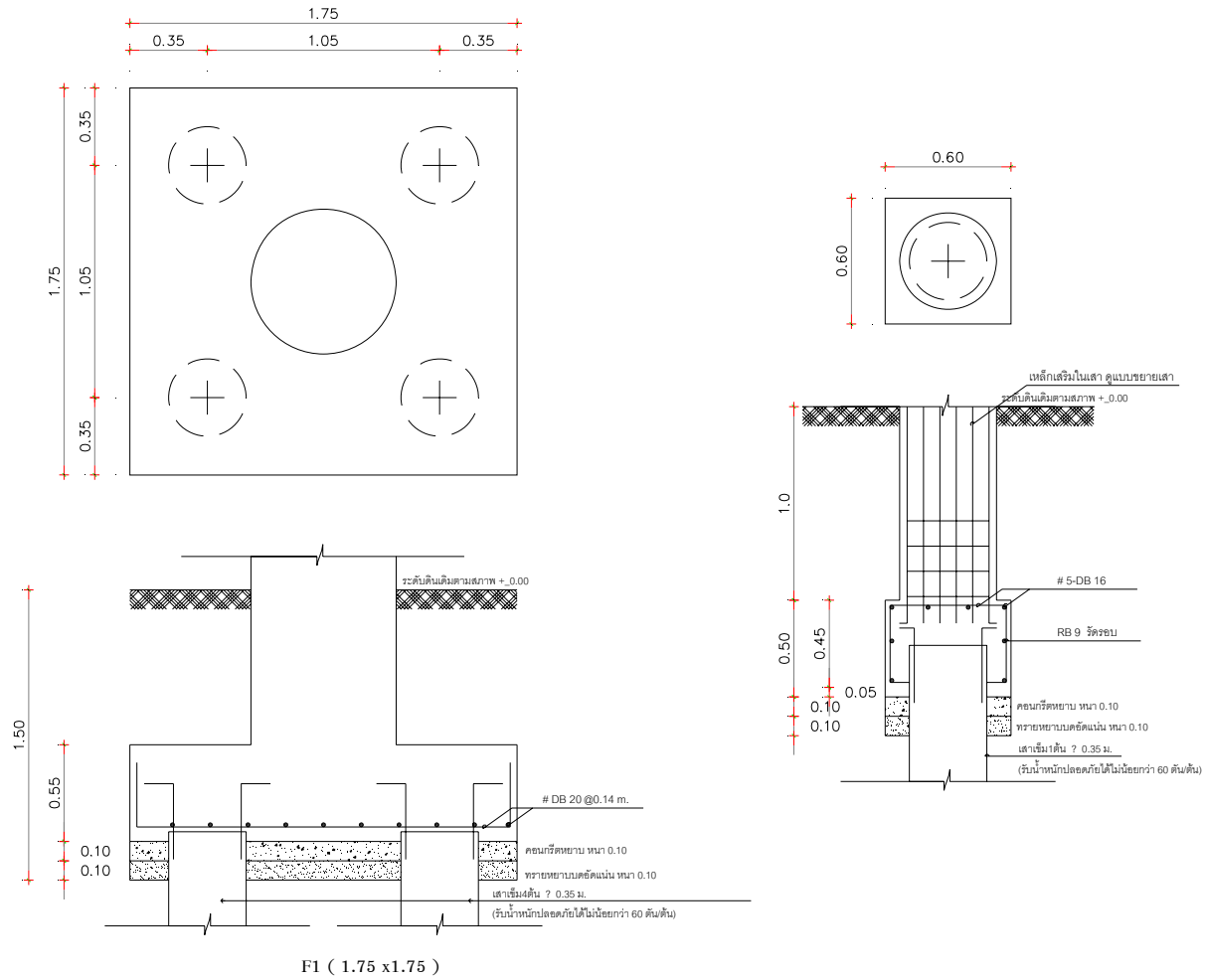


รูปตัด 1



รูปตัด 2



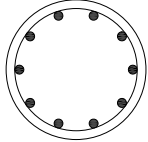

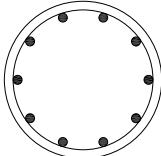
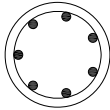
รูปที่ 2.2 (ก) รายละเอียดหน้าตัดและการเสริมเหล็กในคานของอาคารทั่วไป



F1 (1.75 x1.75)

รูปที่ 2.2 (ข) รายละเอียดขนาดและการเสริมเหล็กในฐานรากของอาคารทั่วไป

แบบขยายการเสริมเหล็ก เสา

	C1	C2
หอสังเกต- การณ์		
เสาชั้น 3-5		
เสาชั้น 2-3		
เสาชั้น 1	<p>10 DB 25</p>  <p>Dia. 0.40 m. 2ป-RB9 @0.20 m.</p>	<p>5 DB 16</p>  <p>Dia. 0.25 m. 1ป-RB6 @0.15 m.</p>
ตอม่อ	<p>10 DB 25</p>  <p>Dia. 0.45 m. 2ป-RB9 @0.20 m.</p>	<p>7 DB 16</p>  <p>Dia. 0.30 m. 1ป-RB6 @0.15 m.</p>

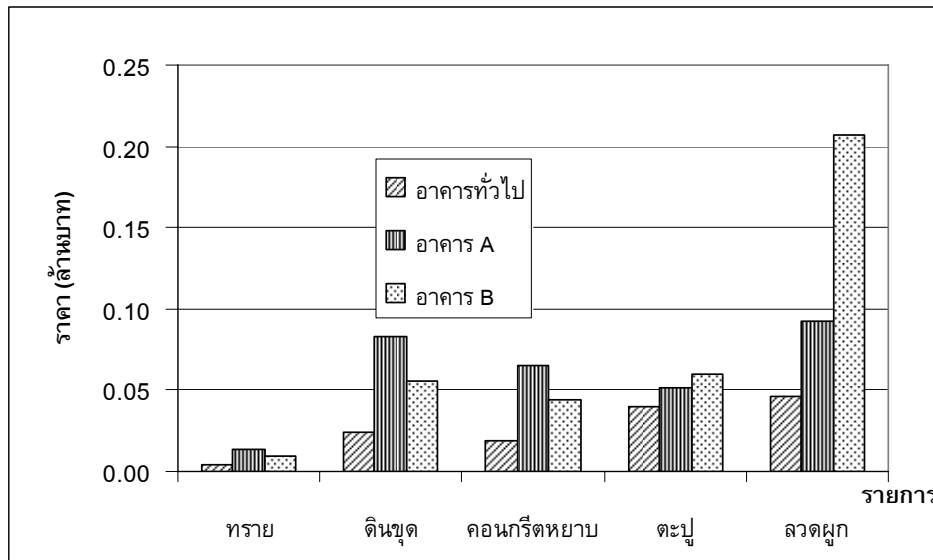
รูปที่ 2.2 (ค) รายละเอียดขนาดและการเสริมเหล็กในเสาของอาคารทั่วไป

หากเปรียบเทียบมูลค่างาน โครงสร้างภายในเป็นส่วนพื้นที่ใช้สอย ส่วน โครงสร้างภายนอกเป็น ส่วนสำหรับปะทะแรงกระทำด้านข้างสามารถแยกได้ดังนี้

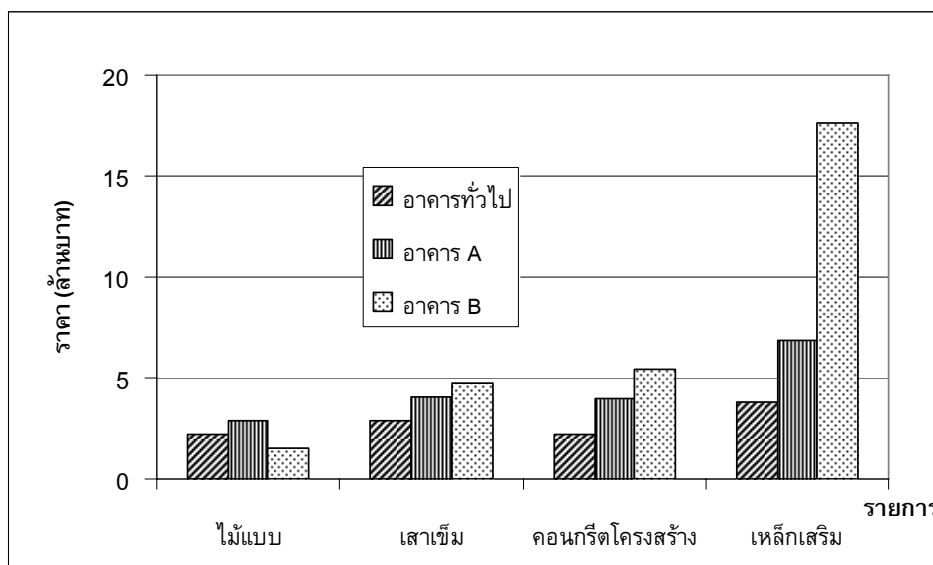
อาคาร A มีมูลค่าโครงสร้างภายในประมาณ 15.31 ล้านบาท หรือประมาณ 69% โครงสร้าง ภายนอก 7.04 ล้านบาท หรือประมาณ 31%

อาคาร B มีมูลค่าโครงสร้างภายในประมาณ 15.36 ล้านบาท หรือประมาณ 38% โครงสร้างภายนอก 20.43 ล้านบาท หรือประมาณ 51% และกำแพงรับแรงเฉือน 4.24 ล้านบาท หรือประมาณ 11%

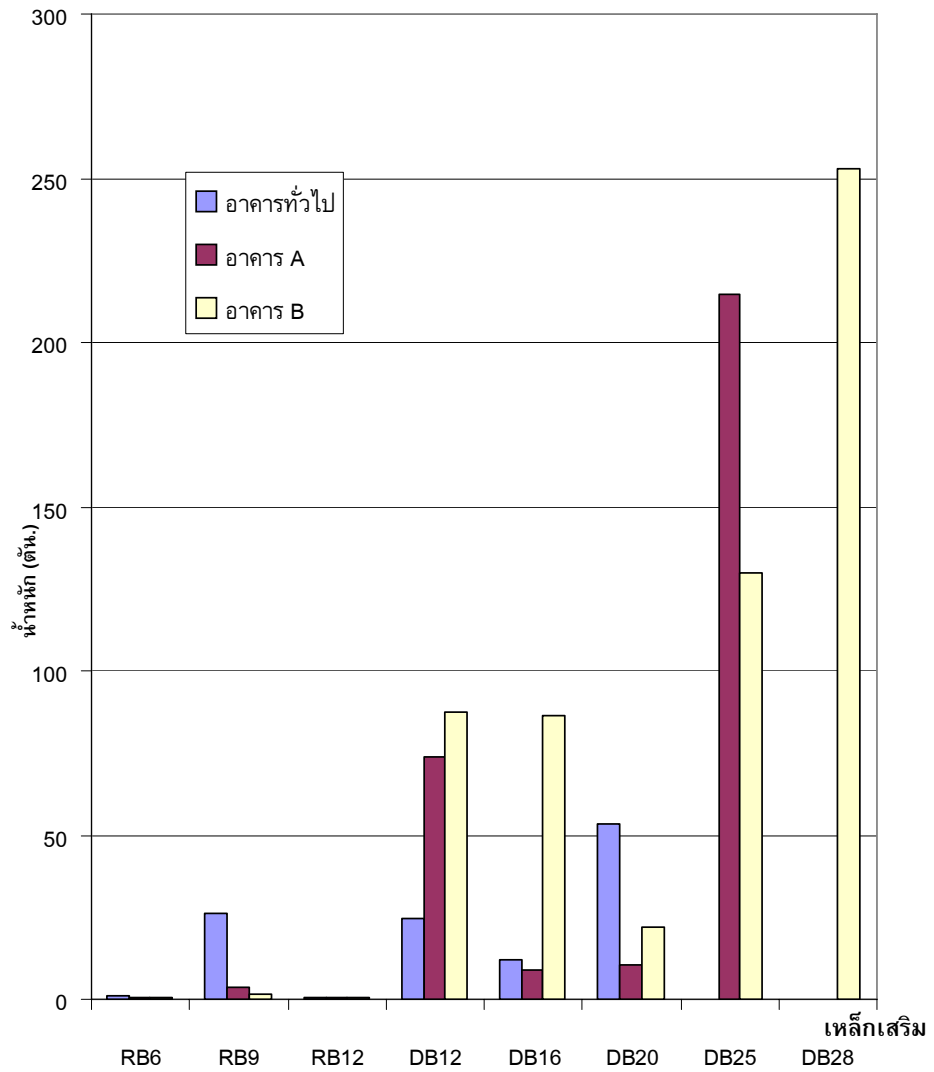
ซึ่งมีความหมายโดยนัยว่า หากก่อสร้างอาคารที่ออกแบบในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งลายน้ำขนาดใหญ่จะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายอีกประมาณ 7.04 ล้านบาทจากมูลค่าอาคารประมาณ 15.3 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน หากก่อสร้างอาคารที่ออกแบบในพื้นที่ที่มีสิ่งลายน้ำขนาดใหญ่โดยหลักการสลายพลังงานจะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายอีกประมาณ 24.73 ล้านบาท (รูปที่ 2.6)



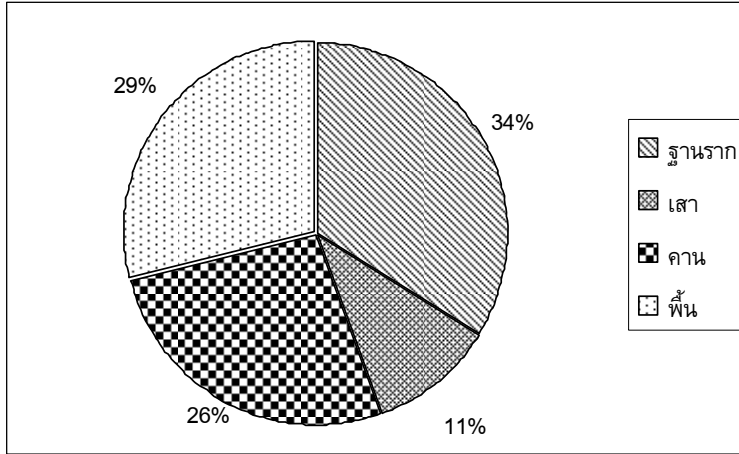
รูปที่ 2.3 (ก) เปรียบเทียบราคาในแต่ละปริมาณงาน



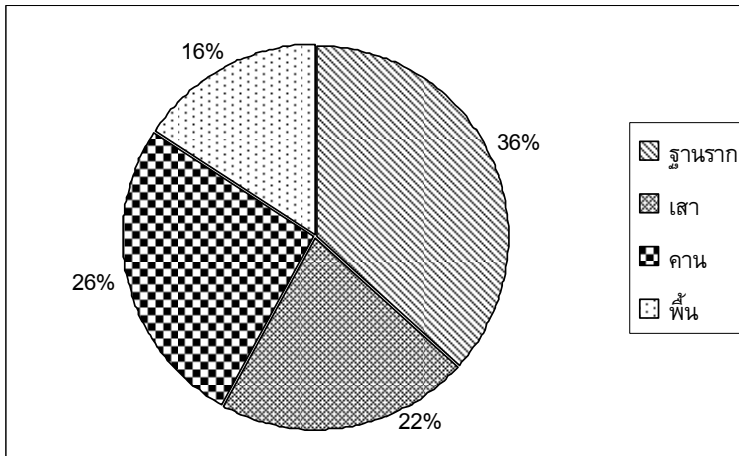
รูปที่ 2.3 (ข) เปรียบเทียบราคาในแต่ละปริมาณงาน



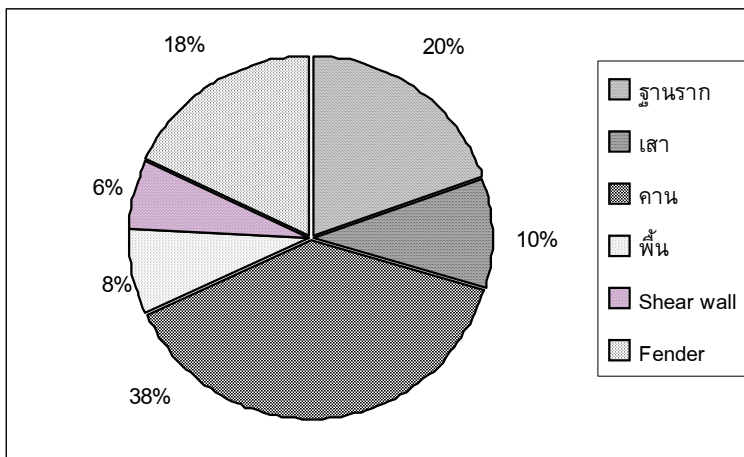
รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมในแต่ละอาคาร



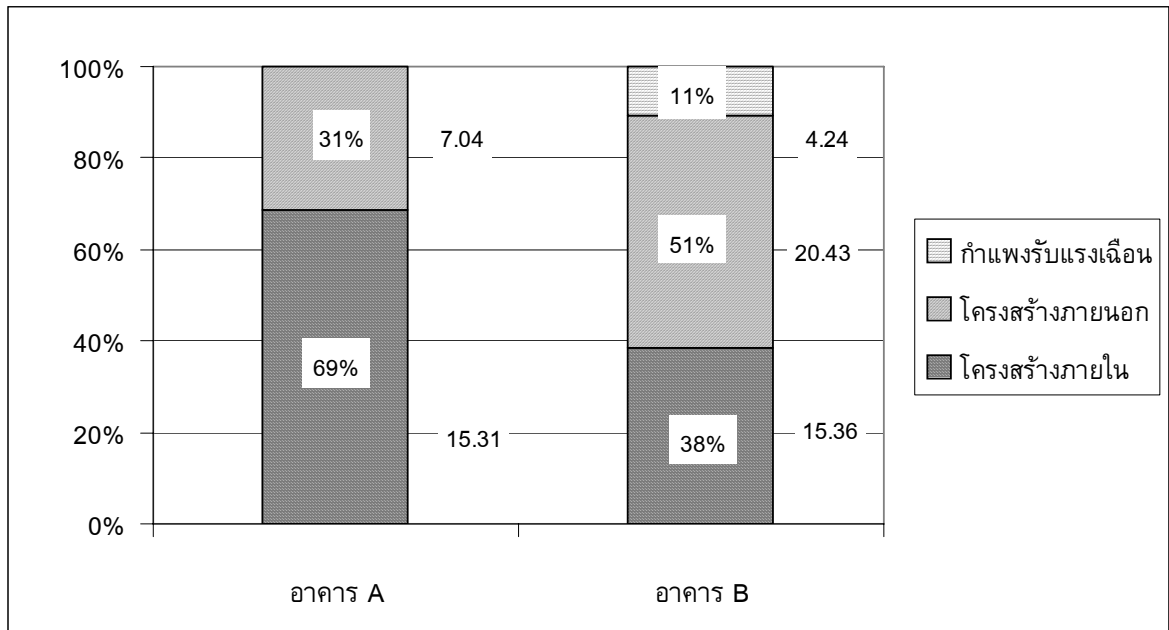
รูปที่ 2.5 (ก) แสดงมูลค่างานในแต่ละรายการของอาคารทั่วไป



รูปที่ 2.5 (ข) แสดงมูลค่างานในแต่ละรายการของอาคาร A



รูปที่ 2.5 (ค) แสดงมูลค่างานในแต่ละรายการของอาคาร B



รูปที่ 2.6 มูลค่างานแยกตามโครงสร้างภายใน โครงสร้างภายนอก และกำแพงรับแรงเฉือน

2.4 สรุปผลการประมาณราคาค่าก่อสร้าง

ที่ปรึกษาได้ทำการประมาณราคาค่าก่อสร้างเฉพาะหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างโดยใช้วิธีการประมาณราคาโดยละเอียด โดยแสดงข้อมูลในตารางที่ 2.1 – 2.3 เปรียบเทียบอาคารจำนวน 3 หลังมีราคาโดยประมาณดังนี้

อาคารทั่วไป ออกแบบต้านทานแรงในแนวตั้งและแรงลม มีราคาประมาณ 12.4 ล้านบาท คิดเป็น 5,415 บาทต่อตารางเมตร

อาคารอพยพในพื้นที่ที่ไม่สิ่งลายน้ำขนาดใหญ่ (อาคาร A) มีราคาประมาณ 22.3 ล้านบาท คิดเป็น 9,741 บาทต่อตารางเมตร

อาคารอพยพในพื้นที่ที่มีสิ่งลายน้ำขนาดใหญ่ (อาคาร B) มีราคาประมาณ 40.03 ล้านบาท คิดเป็น 17,449 บาทต่อตาราง

จะเห็นว่าอาคาร A และอาคาร B มีมูลค่าสูงกว่าอาคารทั่วไปประมาณ 1.8 เท่า และ 3 เท่าตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก อาคาร A และอาคาร B มีขนาดหน้าตัดเสา คาน ฐานราก เสาเข็ม และปริมาณเหล็กเสริมที่มากกว่า อีกทั้ง อาคาร B มีกำแพงรับแรงเฉือน คานของโครงนอก และอุปกรณ์สลายพลังงาน จึงทำให้ราคาค่าก่อสร้างเฉพาะหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างมีมูลค่าสูงกว่าอาคารทั่วไป

ตารางที่ 2.1ก. แสดงปริมาณงาน และวัสดุ อาคารทั่วไป

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุก (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (กก.)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25
													1	F1 (1.75x1.75x0.55) เสาเข็ม 4ต้น-dia.35cm	35	ต้น	58.95	134.75			-
2	F2 (0.6x0.6x0.5) เสาเข็ม 1ต้น-dia.35cm	24	ต้น	4.32	28.80	-	-	7.20	0.86	0.86	14.69	24	-	28.77	-	-	606.08	-	-	9.09	
3	C1(ตอม่อ) dia. 45cm	35	ต้น	5.57	49.48	7.42	140	12.37	-	-	-	-	-	293.64	-	-	-	863.15	-	17.35	
	C1 ชั้น1-2 dia.40cm	34	ต้น	19.23	192.27	28.84	136	48.07	-	-	-	-	-	997.54	-	-	-	3,773.21	-	71.55	
	C1 ชั้น 2-3 dia.40cm	34	ต้น	15.38	153.81	23.07	136	38.45	-	-	-	-	-	806.52	-	-	-	3,018.57	-	57.36	
	C1 ชั้น 3-4 dia.40cm	34	ต้น	15.38	153.81	23.07	136	38.45	-	-	-	-	-	806.52	-	-	-	3,018.57	-	57.36	
	C1 ชั้น 4-5 dia.40cm	34	ต้น	15.38	153.81	23.07	136	38.45	-	-	-	-	-	806.52	-	-	-	3,018.57	-	57.36	
4	C2 (ตอม่อ) dia.30cm	24	ต้น	1.70	22.62	3.39	96	5.65	-	-	-	-	-	68.32	-	-	265.16	-	-	5.00	
	C2 ชั้น 1-2 dia.25cm	24	ต้น	5.30	84.82	12.72	96	21.21	-	-	-	-	-	225.33	-	-	852.30	-	-	16.16	
	C2 ชั้น 2-3 dia.25cm	24	ต้น	4.24	67.86	10.18	96	16.96	-	-	-	-	-	182.18	-	-	681.84	-	-	12.96	
	C2 (หอสังเกตการณ์)	8	ต้น	0.94	9.42	1.41	96	2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	82.86	-	-	1.60	
5	C3 (หอสังเกตการณ์)	2	ต้น	0.47	7.50	1.13	96	1.88	-	-	-	-	17.09	-	-	53.27	-	-	-	1.06	
6	กาน B1(0.25x0.50)																				
	ชั้น 1	253.0	เมตร	31.62	316.25	47.44	253	79.06	-	-	-	-	-	2,948.39	-	-	-	4,682.29	-	114.50	
	ชั้น 2	235.4	เมตร	29.00	294.00	44.10	235	74.00	-	-	-	-	-	2,743.00	-	-	-	4,357.00	-	107.00	
	ชั้น 3	235.4	เมตร	29.00	294.00	44.10	235	74.00	-	-	-	-	-	2,743.00	-	-	-	4,357.00	-	107.00	
	ชั้น 4	243.4	เมตร	30.00	304.00	45.60	243	76.00	-	-	-	-	-	2,837.00	-	-	-	4,505.00	-	110.00	
	ชั้น 5	243.4	เมตร	30.00	304.00	45.60	243	76.00	-	-	-	-	-	2,837.00	-	-	-	4,505.00	-	110.00	
7	กาน B2(0.20x0.30)																				
	ชั้น 1	102	เมตร	6.12	81.60	12.24	102	20.40	-	-	-	-	163.07	-	-	-	1,046.44	-	-	18.15	
	ชั้น 2	102	เมตร	6.12	81.60	12.24	102	20.40	-	-	-	-	163.07	-	-	-	1,046.44	-	-	18.15	

ตารางที่ 2.1ก. แสดงปริมาณงาน และวัสดุ อาคารทั่วไป

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (กก.)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ		
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25	
														ชั้น 3	102	เมตร	6.12	81.60			12.24	102
8	คาน B3(0.20x0.40)																					
	ชั้น 1	48	เมตร	4.62	56.47	8.47	48	14.12	-	-	-	-	-	256.52	-	-	-	1,139.36	-	-	17.09	
	ชั้น 2	48	เมตร	4.62	56.47	8.47	48	14.12	-	-	-	-	-	256.52	-	-	-	1,139.36	-	-	17.09	
	ชั้น 3	48	เมตร	4.62	56.47	8.47	48	14.12	-	-	-	-	-	256.52	-	-	-	1,139.36	-	-	17.09	
	ชั้น 4	28.8	เมตร	2.77	33.88	5.08	29	8.47	-	-	-	-	-	153.91	-	-	-	683.62	-	-	10.25	
9	คาน B4 (0.25x0.50)																					
	ชั้น 1	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.63	-	-	-	88.39	-	-	1.33		
	ชั้น 2	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.63	-	-	-	88.39	-	-	1.33		
	ชั้น 3	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.63	-	-	-	88.39	-	-	1.33		
	ชั้น 4	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.63	-	-	-	88.39	-	-	1.33		
	ชั้น 5	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.63	-	-	-	88.39	-	-	1.33		
10	คานB5หอสั่งเคดูการณั	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	71.31	-	14.21	-	157.83	-	-	2.96	
11	คานB6หอสั่งเคดูการณั	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	69.62	-	14.21	-	236.75	-	-	4.14	
12	คานB7 (0.2x0.4ม.)					-																
	ชั้น 5	4	เมตร	0.32	4.00	0.60	4	1.00	-	-	-	-	8.15	-	-	-	31.57	-	-	0.39		
	หอสั่งเคดูการณั	77	เมตร	6.16	77.00	11.55	77	19.25	-	-	-	-	156.89	-	-	-	607.73	-	-	7.55		
13	คานB8หอสั่งเคดูการณั	22	เมตร	1.76	22.00	3.30	22	5.50	-	-	-	-	72.11	-	-	-	208.34	-	-	3.12		
14	คานB9หอสั่งเคดูการณั	53	เมตร	4.24	53.00	7.95	53	13.25	-	-	-	-	86.51	-	-	282.32	-	-	-	4.24		
15	คานB10 ชั้น4	95.6	เมตร	7.65	95.60	14.34	96	23.90	-	-	-	-	155.85	-	-	509.25	-	-	-	7.64		
16	พื้น S1หนา12 ซม. ชั้น 1																					
	ขนาด 4x4ม.	8	พื้น	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,352.32	-	-	-	21.17		
	ขนาด 5x4ม.	4	พื้น	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	840.23	-	-	-	13.10		

ตารางที่ 2.1ก. แสดงปริมาณงาน และวัสดุ อาคารทั่วไป

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (กก.)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25
													ขนาด 4.5x4 ม.	7	ฝืน	15.12	126.00	18.90			126
ขนาด 4.5x5 ม.	4	ฝืน	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	942.15	-	-	-	14.66		
ขนาด 4x2.8 ม.	1	ฝืน	1.34	11.20	1.68	11	2.80	-	-	-	-	-	-	-	116.62	-	-	-	1.89		
ขนาด 1.7x4.0 ม. ฝืน S1 ชั้น 2	1	ฝืน	0.82	6.80	1.02	7	1.70	-	-	-	-	-	-	-	74.70	-	-	-	1.20		
ขนาด 4x4ม.	8	ฝืน	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,352.32	-	-	-	21.17		
ขนาด 5x4ม.	4	ฝืน	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	840.23	-	-	-	13.10		
ขนาด 4.5x4ม.	4	ฝืน	8.64	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	758.19	-	-	-	11.85		
ขนาด 5x4.5ม.	4	ฝืน	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	942.15	-	-	-	14.66		
ขนาด 1.7x8ม. ฝืน S1 ชั้น 3	1	ฝืน	1.63	13.60	2.04	14	3.40	-	-	-	-	-	-	-	147.29	-	-	-	2.35		
ขนาด 4x4ม.	8	ฝืน	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,352.32	-	-	-	21.17		
ขนาด 5x4ม.	4	ฝืน	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	840.23	-	-	-	13.10		
ขนาด 4.5x4ม.	4	ฝืน	8.64	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	758.19	-	-	-	11.85		
ขนาด 5x4.5ม.	4	ฝืน	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	942.15	-	-	-	14.66		
ขนาด 1.7x8ม. ฝืน S1 ชั้น 4	1	ฝืน	1.63	13.60	2.04	14	3.40	-	-	-	-	-	-	-	147.29	-	-	-	2.35		
ขนาด 4x4ม.	8	ฝืน	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,352.32	-	-	-	21.17		
ขนาด 5x4ม.	4	ฝืน	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	840.23	-	-	-	13.10		
ขนาด 4.5x4ม.	4	ฝืน	8.64	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	758.19	-	-	-	11.85		
ขนาด 5x4.5ม.	4	ฝืน	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	942.15	-	-	-	14.66		
ขนาด 1.7x8ม. ฝืน S1 ชั้น 4	1	ฝืน	1.63	13.60	2.04	14	3.40	-	-	-	-	-	-	-	147.29	-	-	-	2.35		

ตารางที่ 2.1ก. แสดงปริมาณงาน และวัสดุ อาคารทั่วไป

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (กก.)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25
	ขนาด 4x4ม.	8	ฝืน	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,352.32	-	-	-	21.17	
	ขนาด 5x4ม.	4	ฝืน	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	840.23	-	-	-	13.10	
	ขนาด 4.5x4ม.	4	ฝืน	8.64	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	758.19	-	-	-	11.85	
	ขนาด 5x4.5ม.	4	ฝืน	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	942.15	-	-	-	14.66	
	ขนาด 1.7x8ม.	1	ฝืน	1.63	13.60	2.04	14	3.40	-	-	-	-	-	-	-	147.29	-	-	-	2.35	
17	พื้น S2 หอสังเกตการณ์ ขนาด 4x4.5x0.10 ม.	4	ฝืน	7.20	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	638.87	-	-	-	10.05	
18	พื้น S3 หน้า 10ชม. ชั้น1 ขนาด 2x2ม.	4	ฝืน	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	100.68	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด 4x2ม.	12	ฝืน	9.60	96.00	14.40	96	24.00	-	-	-	-	-	587.29	-	-	-	-	-	9.36	
	ขนาด 5x2ม.	4	ฝืน	4.00	40.00	6.00	40	10.00	-	-	-	-	-	243.31	-	-	-	-	-	3.86	
	ขนาด4.5x2ม.	4	ฝืน	3.60	36.00	5.40	36	9.00	-	-	-	-	-	219.53	-	-	-	-	-	3.49	
	พื้น S3 ชั้น2 ขนาด 2x2ม.	4	ฝืน	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	100.68	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด 4x2ม.	12	ฝืน	9.60	96.00	14.40	96	24.00	-	-	-	-	-	587.29	-	-	-	-	-	9.36	
	ขนาด 5x2ม.	4	ฝืน	4.00	40.00	6.00	40	10.00	-	-	-	-	-	243.31	-	-	-	-	-	3.86	
	ขนาด4.5x2ม.	4	ฝืน	3.60	36.00	5.40	36	9.00	-	-	-	-	-	219.53	-	-	-	-	-	3.49	
	พื้น S3 ชั้น3 ขนาด 2x2ม.	4	ฝืน	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	100.68	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด 4x2ม.	12	ฝืน	9.60	96.00	14.40	96	24.00	-	-	-	-	-	587.29	-	-	-	-	-	9.36	
	ขนาด 5x2ม.	4	ฝืน	4.00	40.00	6.00	40	10.00	-	-	-	-	-	243.31	-	-	-	-	-	3.86	
	ขนาด4.5x2ม.	4	ฝืน	3.60	36.00	5.40	36	9.00	-	-	-	-	-	219.53	-	-	-	-	-	3.49	
	พื้น S3 ชั้น4 ขนาด 2x2ม.	4	ฝืน	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	100.68	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด 4x2ม.	12	ฝืน	9.60	96.00	14.40	96	24.00	-	-	-	-	-	587.29	-	-	-	-	-	9.36	
	ขนาด 5x2ม.	4	ฝืน	4.00	40.00	6.00	40	10.00	-	-	-	-	-	243.31	-	-	-	-	-	3.86	
	ขนาด4.5x2ม.	4	ฝืน	3.60	36.00	5.40	36	9.00	-	-	-	-	-	219.53	-	-	-	-	-	3.49	

ตารางที่ 2.1ก. แสดงปริมาณงาน และวัสดุ อาคารทั่วไป

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (กก.)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ		
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25	
	ขนาด 1.2x1.2ม.	4	ฝืน	0.58	5.76	0.86	6	1.44	-	-	-	-	-	38.93	-	-	-	-	-	-	0.66	
	ขนาด 4x1.2ม.	12	ฝืน	5.76	57.60	8.64	58	14.40	-	-	-	-	-	365.80	-	-	-	-	-	-	5.97	
	ขนาด 5x1.2ม.	4	ฝืน	2.40	24.00	3.60	24	6.00	-	-	-	-	-	151.58	-	-	-	-	-	-	2.46	
	ขนาด4.5x1.2ม. พื้นS3 หอสังเกตุการณ์	4	ฝืน	2.16	21.60	3.24	22	5.40	-	-	-	-	-	136.75	-	-	-	-	-	-	2.23	
	ขนาด2x2ม.	4	ฝืน	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	100.68	-	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด4x2ม.	4	ฝืน	3.20	32.00	4.80	32	8.00	-	-	-	-	-	195.76	-	-	-	-	-	-	3.12	
	ขนาด4.5x4ม.	4	ฝืน	7.20	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	426.48	-	-	-	-	-	-	6.66	
	ขนาด2x3ม.	1	ฝืน	0.60	6.00	0.90	6	1.50	-	-	-	-	-	37.06	-	-	-	-	-	-	0.59	
19	บันได ST1 (หอสังเกตุการณ์)	1	ซุด	2.70	13.50	2.03	14	3.38	-	-	-	-	-	-	201.80	184.67	-	-	-	-	5.80	
20	บันได ST2	4	ซุด																			
	ชั้น 1-2			5.33	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	108.14	-	964.52	-	-	-	16.09	
	ชั้น 2-3			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	106.54	-	951.26	-	-	-	15.87	
	ชั้น 3-4			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	106.54	-	951.26	-	-	-	15.87	
	ชั้น 4-5			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	106.54	-	951.26	-	-	-	15.87	
	รวม			707.46	6,405.75	936.33	6,224	1,602.45	11.58	11.58	196.91	164	1,068.96	24,293.61	629.55	22,510.37	10,735.47	47,236.62	-	-	1,540.97	
	เบอรืเซ็นเนื้อ %			0%	ลึด 60%	-	ลึด 30%	0%	0%	25%	30%	0%	5%	7%	9%	9%	11%	13%	15%	0%		
	รวมทั้งหมด			707.46	3,843.45	936.33	1,867	1,602.45	11.58	14.48	255.98	164	1,122.40	25,994.16	686.21	24,536.30	11,916.37	53,377.39	-	-	1,540.97	

ตารางที่ 2.1 ข. บัญชีแสดงปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง อาคารทั่วไป

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมค่าวัสดุ และค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน	ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน		
1	หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง								
	1.1 งานสำรวจ ปักผัง	630.00	ตร.ม.	-	-	-	-	10,000	
	1.2 ทดสอบดิน	1	หลุม	-	-	-	-	16,000	
	1.3 ปรับพื้นที่	630.00	ตร.ม.					10,000	
	1.4 ขุดดิน	255.98	ลบ.ม.	-	-	94	24,062	24,062	
	1.5 เส้าเข็มเจาะ Dia 0.35 ม.	164	ต้น	12,000	1,968,000	5,000	820,000	2,788,000	
	1.6 ค่าสกัดหัวเส้าเข็ม ขนาด Dia. 0.35 ม.	164	ต้น	-	-	350	57,400	57,400	
	1.7 ค่าทดสอบเส้าเข็ม		เหมา					65,000	
	1.8 ทรายราดน้ำอัดแน่น	14.48	ลบ.ม.	230	3,329	46	666	3,995	
	1.9 คอนกรีตหยาบ	11.58	ลบ.ม.	1,300	15,054	342	3,960	19,014	
	1.10 คอนกรีตโครงสร้าง 350 กก./ตร.ซม. / 300 กก./ตร.ซม.	707.46	ลบ.ม.	2,680	1,895,993	403	285,106	2,181,099	
	1.11 ค่าทดสอบคอนกรีต		เหมา	-	-	-	-	20,000	
	1.12 เหล็กเสริม SR - 24 Dia 6 มม.	1,122.40	กก.	20.76	23,301	2.7	3,030	26,332	
	- เหล็กเสริม SR - 24 Dia 9 มม.	25,994.16	กก.	19.82	515,204	2.7	70,184	585,388	
	- เหล็กเสริม SR - 24 Dia 12 มม.	686.21	กก.	19.38	13,299	2.7	1,853	15,151	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 12 มม.	24,536.30	กก.	19.52	478,949	2.7	66,248	545,197	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 16 มม.	11,916.37	กก.	19.28	229,748	2.7	32,174	261,922	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 20 มม.	53,377.39	กก.	19.28	1,029,116	2.7	144,119	1,173,235	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 25 มม.	-	กก.	19.28	-	2.7	-	-	

ตารางที่ 2.1 ข. บัญชีแสดงปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง อาคารทั่วไป

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมค่าวัสดุ และค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน	ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน		
	- ลวดผูกเหล็ก	1,540.97	กก.	30	46,229	-	-	46,229	
	1.13 ค่าทดสอบเหล็ก		เหมา		-			10,000	
	1.14 ไม้แบบ (60%)	3,843.45	ตร.ม.	267	1,026,201	-	-	1,026,201	
	- ค่าแรงไม้แบบ (100%)	6,405.75	ตร.ม.	-	-	112	717,444	717,444	
	- ไม้คร่าว (30% ไม้แบบ)	936.33	ลบ.ฟ.	425	397,940	-	-	397,940	
	- ไม้ค้ำยัน (30% จำนวนทั้งหมด)	1,867.20	ต้น	55	102,696	-	-	102,696	
	- ตะปู	1,602.45	กก.	25	40,061	-	-	40,061	
	รวมหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง				7,785,120		2,226,247	10,142,367	
	(ค่าดำเนินการ ภาษี กำไร) Factor F = 1.2248								
	รวมหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างรวม Factor F							12,422,371	
	ราคาต่อตารางเมตร							5,415	

ตารางที่ 2.2 ก. แสดงปริมาณงานและวัสดุ อาคาร A

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (คั่น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินขุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (คั่น)	เหล็กเสริม (เมตร)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ		
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25	
1	F1 (2.25x2.25x0.55) เสาเข็ม 4คั่น-dia.45cm	15	ฐาน	41.77	74.25	11.14	60	18.56	7.59	7.59	129.09	60	-	-	-	-	-	7,683.29	-	57.62		
2	F2 (3.0x4.8x0.7) เสาเข็ม 6คั่น-dia.45cm	16	ฐาน	161.28	174.72	26.21	128	43.68	23.04	23.04	391.68	96	-	-	-	-	-	-	37,460.82	-	280.93	
3	F3 (4.8x4.8x0.7) เสาเข็ม 8คั่น-dia.45cm	4	ฐาน	59.98	53.76	8.06	64	13.44	9.22	9.22	156.67	32	-	-	-	-	-	-	9,365.21	-	70.23	
4	C1 (ตอม่อ) dia. 75cm	35	คั่น	15.46	82.47	12.37	140	20.62	-	-	-	-	-	-	-	857.63	-	-	5,394.70	-	93.78	
	C1 ชั้น 1-2 dia.65cm	34	คั่น	50.77	312.43	46.86	136	78.11	-	-	-	-	-	-	-	2,179.41	-	-	11,791.28	-	209.55	
	C1 ชั้น 2-3 dia.65cm	34	คั่น	40.62	249.95	37.49	136	62.49	-	-	-	-	-	-	-	1,766.47	-	-	9,433.02	-	167.98	
	C1 ชั้น 3-4 dia.65cm	34	คั่น	40.62	249.95	37.49	136	62.49	-	-	-	-	-	-	-	1,766.47	-	-	9,433.02	-	167.98	
	C1 ชั้น 4-5 dia.65cm	34	คั่น	40.62	249.95	37.49	136	62.49	-	-	-	-	-	-	-	1,766.47	-	-	9,433.02	-	167.98	
5	C2 (ตอม่อ) dia.110cm	24	คั่น	22.81	82.94	12.44	96	20.73	-	-	-	-	-	-	-	869.35	-	-	7,398.45	-	124.01	
	C2 ชั้น 1-2 dia.80cm	24	คั่น	54.29	271.43	40.71	96	67.86	-	-	-	-	-	-	-	2,105.18	-	-	13,317.21	-	231.32	
	C2 ชั้น 2-3 dia.80cm	24	คั่น	43.43	217.15	32.57	96	54.29	-	-	-	-	-	-	-	1,706.31	-	-	10,653.77	-	185.39	
6	C3 (หอสังเกตการณ์)	8	คั่น	4.24	56.55	8.48	32	14.14	-	-	-	-	-	-	138.43	-	-	662.90	-	-	12.02	
7	C4 (หอสังเกตการณ์)	2	คั่น	0.94	15.00	2.25	8	3.75	-	-	-	-	30.76	-	-	106.54	-	-	-	-	2.06	
6	คาน B1(0.30x0.60)																					
	ชั้น 1	297.0	เมตร	53.46	445.50	66.83	297	111.38	-	-	-	-	-	-	-	5,979.78	-	-	10,302.46	-	114.87	
	ชั้น 2	283.4	เมตร	51.01	425.10	63.77	283	106.27	-	-	-	-	-	-	-	5,706.10	-	-	9,830.81	-	109.61	
	ชั้น 3	283.4	เมตร	51.01	425.10	63.77	283	106.27	-	-	-	-	-	-	-	5,706.10	-	-	9,830.81	-	109.61	
	ชั้น 4	235.4	เมตร	42.37	353.10	52.97	235	88.28	-	-	-	-	-	-	-	4,740.15	-	-	8,166.16	-	91.04	
	ชั้น 5	235.4	เมตร	42.37	353.10	52.97	235	88.28	-	-	-	-	-	-	-	4,740.15	-	-	8,166.16	-	91.04	

ตารางที่ 2.2 ก. แสดงปริมาณงานและวัสดุ อาคารA

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินขุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (เมตร)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20		
7	คาน B2(0.35x0.80)												-	-	-	-	-	-		
	ชั้น 1	102	เมตร	28.56	198.90	29.84	102	49.73	-	-	-	-	-	-	-	2,539.33	-	-	5,506.91	68.94
	ชั้น 2	102	เมตร	28.56	198.90	29.84	102	49.73	-	-	-	-	-	-	-	2,539.33	-	-	5,506.91	68.94
	ชั้น 3	102	เมตร	28.56	198.90	29.84	102	49.73	-	-	-	-	-	-	-	2,539.33	-	-	5,506.91	68.94
8	คาน B3(0.20x0.45)												-	-	-	-	-	-		
	ชั้น 4	28.8	เมตร	2.59	31.68	4.75	29	7.92	-	-	-	-	-	-	231.32	-	-	639.23	-	9.59
9	คาน B4 (0.25x0.50)												-	-	-	-	-	-		
	ชั้น 1	12	เมตร	1.50	15.00	2.25	12	3.75	-	-	-	-	25.17	-	-	-	132.58	-	-	1.99
	ชั้น 2	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.88	-	-	-	88.39	-	-	1.33
	ชั้น 3	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.88	-	-	-	88.39	-	-	1.33
	ชั้น 4	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.88	-	-	-	88.39	-	-	1.33
	ชั้น 5	8	เมตร	1.00	10.00	1.50	8	2.50	-	-	-	-	16.88	-	-	-	88.39	-	-	1.33
10	คาน B5(0.3x0.6ม)												-	-	-	-	-	-		
	ชั้น 2	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	69.62	-	14.21	-	157.83	-	2.96
	ชั้น 3	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	69.62	-	14.21	-	157.83	-	2.96
	ชั้น 4	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	69.62	-	14.21	-	157.83	-	2.96
	ชั้น 5	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	69.62	-	14.21	-	157.83	-	2.96
	หอสั่งเกตุการณ์	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	69.62	-	14.21	-	157.83	-	2.96
11	คาน B6หอสั่งเกตุการณ์	8	เมตร	1.44	12.00	1.80	8	3.00	-	-	-	-	-	69.62	-	14.21	-	236.75	-	4.14
12	คาน B7 (0.2x0.4ม.)												-	-	-	-	-	-		
	ชั้น 5	4	เมตร	0.32	4.00	0.60	4	1.00	-	-	-	-	8.38	-	-	-	31.65	-	-	0.39
	หอสั่งเกตุการณ์	91	เมตร	7.28	91.00	13.65	91	22.75	-	-	-	-	185.39	-	-	-	713.49	-	-	8.92

ตารางที่ 2.2 ก. แสดงปริมาณงานและวัสดุ อาคารA

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (คั่น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินขุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (คั่น)	เหล็กเสริม (เมตร)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25
13	คานB8หลังเหตุการณ์	22	เมตร	1.76	22.00	3.30	22	5.50	-	-	-	-	72.11	-	-	-	208.34	-	-	3.12	
14	คานB9หลังเหตุการณ์	53	เมตร	2.38	39.75	5.96	53	9.94	-	-	-	-	62.92	-	-	188.22	-	-	-	2.82	
15	คานB10 ชั้น4	95.6	เมตร	7.65	95.60	14.34	96	23.90	-	-	-	-	155.85	-	-	509.33	-	-	-	5.73	
16	พื้น S1หนา12 ซม. ชั้น 1																				
	ขนาด 4x4ม.	8	คี่น	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,200.61	-	-	-	21.17	
	ขนาด 5x4ม.	4	คี่น	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	745.97	-	-	-	13.10	
	ขนาด 4.5x4 ม.	7	คี่น	15.12	126.00	18.90	126	31.50	-	-	-	-	-	-	-	1,177.99	-	-	-	20.73	
	ขนาด 4.5x5 ม.	4	คี่น	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	836.45	-	-	-	14.66	
	ขนาด 4x2.8 ม.	1	คี่น	1.34	11.20	1.68	12	2.80	-	-	-	-	-	-	-	103.54	-	-	-	1.89	
	ขนาด 1.7x4.0 ม.	1	คี่น	0.82	6.80	1.02	7	1.70	-	-	-	-	-	-	-	66.32	-	-	-	1.20	
	พื้น S1 ชั้น 2																				
	ขนาด 4x4ม.	8	คี่น	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,200.61	-	-	-	21.17	
	ขนาด 5x4ม.	4	คี่น	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	745.97	-	-	-	13.10	
	ขนาด 4.5x4ม.	4	คี่น	8.64	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	673.13	-	-	-	11.85	
	ขนาด 5x4.5ม.	4	คี่น	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	836.45	-	-	-	14.66	
	ขนาด 1.7x8ม.	1	คี่น	1.63	13.60	2.04	14	3.40	-	-	-	-	-	-	-	130.77	-	-	-	2.35	
	พื้น S1 ชั้น 3																				
	ขนาด 4x4ม.	8	คี่น	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,200.61	-	-	-	21.17	
	ขนาด 5x4ม.	4	คี่น	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	745.97	-	-	-	13.10	
	ขนาด 4.5x4ม.	4	คี่น	8.64	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	673.13	-	-	-	11.85	
	ขนาด 5x4.5ม.	4	คี่น	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	836.45	-	-	-	14.66	
	ขนาด 1.7x8ม.	1	คี่น	1.63	13.60	2.04	14	3.40	-	-	-	-	-	-	-	130.77	-	-	-	2.35	

ตารางที่ 2.2 ก. แสดงปริมาณงานและวัสดุ อาคารA

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (คั่น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินขุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (คั่น)	เหล็กเสริม (เมตร)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25
	ขนาด 5x2ม.	4	คี่น	4.00	40.00	6.00	40	10.00	-	-	-	-	-	121.51	-	-	-	-	-	3.86	
	ขนาด4.5x2ม.	4	คี่น	3.60	36.00	5.40	36	9.00	-	-	-	-	-	109.63	-	-	-	-	-	3.49	
	พื้น S3 ชั้น3													-	-	-	-	-	-		
	ขนาด 2x2ม.	4	คี่น	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	50.28	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด 4x2ม.	12	คี่น	9.60	96.00	14.40	96	24.00	-	-	-	-	-	293.29	-	-	-	-	-	9.36	
	ขนาด 5x2ม.	4	คี่น	4.00	40.00	6.00	40	10.00	-	-	-	-	-	121.51	-	-	-	-	-	3.86	
	ขนาด4.5x2ม.	4	คี่น	3.60	36.00	5.40	36	9.00	-	-	-	-	-	109.63	-	-	-	-	-	3.49	
	พื้น S3 ชั้น4													-	-	-	-	-	-		
	ขนาด 1.2x1.2ม.	4	คี่น	0.58	5.76	0.86	6	1.44	-	-	-	-	-	19.44	-	-	-	-	-	0.66	
	ขนาด 4x1.2ม.	12	คี่น	5.76	57.60	8.64	60	14.40	-	-	-	-	-	182.68	-	-	-	-	-	5.97	
	ขนาด 5x1.2ม.	4	คี่น	2.40	24.00	3.60	24	6.00	-	-	-	-	-	75.70	-	-	-	-	-	2.46	
	ขนาด4.5x1.2ม.	4	คี่น	2.16	21.60	3.24	22	5.40	-	-	-	-	-	68.29	-	-	-	-	-	2.23	
	พื้นS3 หอสังเกตุการณ์													-	-	-	-	-	-		
	ขนาด2x2ม.	4	คี่น	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	50.28	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด4x2ม.	4	คี่น	3.20	32.00	4.80	32	8.00	-	-	-	-	-	97.76	-	-	-	-	-	3.12	
	ขนาด4.5x4ม.	4	คี่น	7.20	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	212.98	-	-	-	-	-	6.66	
	ขนาด2x3ม.	1	คี่น	0.60	6.00	0.90	6	1.50	-	-	-	-	-	18.51	-	-	-	-	-	0.59	
19	บันได ST1 (หอสังเกตุการณ์)	1	ชุด	2.70	13.50	2.03	14	3.38	-	-	-	-	-	-	179.16	163.95	-	-	-	5.15	
														-	-	-	-	-	-		
20	บันได ST2	4	ชุด																		
	ชั้น 1-2			5.33	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	96.00	-	1,522.34	-	-	24.28	
	ชั้น 2-3			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	94.59	-	1,501.41	-	-	23.94	

ตารางที่ 2.2 ก. แสดงปริมาณงานและวัสดุ อาคาร A

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้คร่าว (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (คืบ)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (คืบ)	เหล็กเสริม (เมตร)						ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20			DB25
	ชั้น 3-4			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	94.59	-	1,501.41	-	-	23.94	
	ชั้น 4-5			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	94.59	-	1,501.41	-	-	23.94	
	รวม			1,286.83	8,161.04	1,224.16	6,357.00	2,040.30	39.85	39.85	677.45	188	608.11	3,237.22	558.92	67,606.58	8,129.08	9,348.44	186,497.64	3,065.56	
	เบอรืเซ็นเื้อ %			0%	คืด 60%	-	คืด 30%	0%	0%	25%	30%	0%	5%	7%	9%	9%	11%	13%	15%	0%	
	รวมทั้งหมด			1,286.83	4,896.62	1,224.16	1,907	2,040.30	39.85	49.81	880.68	188	638.52	3,463.82	609.23	73,691.18	9,023.28	10,563.73	214,472.29	3,065.56	

ตารางที่ 2.2 ข บัญชีแสดงปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง อาคาร A

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมค่าวัสดุ และค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน	ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน		
1	หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง								
	1.1 งานสำรวจ ปักผัง	630.00	ตร.ม.	-	-	-	-	10,000	
	1.2 ทดสอบดิน	1	หลุม	-	-	-	-	16,000	
	1.3 ปรับพื้นที่	630.00	ตร.ม.					10,000	
	1.4 ขุดดิน	880.68	ลบ.ม.	-	-	94	82,784	82,784	
	1.5 เสาเข็มเจาะ Dia 0.45 ม.	188	ต้น	16,500	3,102,000	5,000	940,000	4,042,000	
	1.6 ค่าสกัดหัวเสาเข็ม ขนาด Dia. 0.45 ม.	188	ต้น	-	-	350	65,800	65,800	
	1.7 ค่าทดสอบเสาเข็ม		เหมา					65,000	
	1.8 ทรายราคาอัดแน่น	49.81	ลบ.ม.	230	11,457	46	2,291	13,748	
	1.9 คอนกรีตหยาบ	39.85	ลบ.ม.	1,300	51,805	342	13,629	65,434	
	1.10 คอนกรีตโครงสร้าง 350 กก./ตร.ซม. / 300 กก./ตร.ซม.	1,286.83	ลบ.ม.	2,680	3,448,704	403	518,592	3,967,297	
	1.11 ค่าทดสอบคอนกรีต		เหมา	-	-	-	-	20,000	
	1.12 เหล็กเสริม SR - 24 Dia 6 มม.	638.52	กก.	20.76	13,256	2.7	1,724	14,980	
	- เหล็กเสริม SR - 24 Dia 9 มม.	3,463.82	กก.	19.82	68,653	2.7	9,352	78,005	
	- เหล็กเสริม SR - 24 Dia 12 มม.	609.23	กก.	19.38	11,807	2.7	1,645	13,452	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 12 มม.	73,691.18	กก.	19.52	1,438,452	2.7	198,966	1,637,418	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 16 มม.	9,023.28	กก.	19.28	173,969	2.7	24,363	198,332	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 20 มม.	10,563.73	กก.	19.28	203,669	2.7	28,522	232,191	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 25 มม.	214,472.29	กก.	19.28	4,135,026	2.7	579,075	4,714,101	

ตารางที่ 2.2 ข บัญชีแสดงปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง อาคาร A

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมค่าวัสดุ และค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน	ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน		
	- ลวดผูกเหล็ก	3,065.56	กก.	30	91,967	-	-	91,967	
	1.13 ค่าทดสอบเหล็ก		เหมา		-			10,000	
	1.14 ไม้แบบ	4,896.62	ตร.ม.	267	1,307,399	-	-	1,307,399	
	- ค่าแรงไม้แบบ (100%)	8,161.04	ตร.ม.	-	-	112	914,036	914,036	
	- ไม้คร่าว (30%ไม้แบบ)	1,224.16	ลบ.ฟ.	425	520,266	-	-	520,266	
	- ไม้ค้ำยัน (30%จำนวนทั้งหมด)	1,907.10	ต้น	55	104,891	-	-	104,891	
	- ตะปู	2,040.30	กก.	25	51,007	-	-	51,007	
	รวมหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง				14,734,326		3,380,780	18,246,107	
	(ค่าดำเนินการ ภาษี ค่าใ้ร) Factor F = 1.2247								
	รวมหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างรวม Factor F							22,346,007	
	ราคาต่อตารางเมตร							9,741	

ตารางที่ 2.3 ก. แสดงปริมาณงาน และ วัสดุ อาคาร B

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้ค้ำ (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (กก.)							ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20	DB25			DB28
	ขนาด 4x4ม.	8	ผืน	15.36	128.00	19.20	128	32.00	-	-	-	-	-	-	-	1,200.61	-	-	-	-	21.17	
	ขนาด 5x4ม.	4	ผืน	9.60	80.00	12.00	80	20.00	-	-	-	-	-	-	-	745.97	-	-	-	-	13.10	
	ขนาด 4.5x4ม.	4	ผืน	8.64	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	673.13	-	-	-	-	11.85	
	ขนาด 5x4.5ม.	4	ผืน	10.80	90.00	13.50	90	22.50	-	-	-	-	-	-	-	836.45	-	-	-	-	14.66	
	ขนาด 1.7x8ม.	1	ผืน	1.63	13.60	2.04	14	3.40	-	-	-	-	-	-	-	130.77	-	-	-	-	2.35	
21	พื้นที่ S2 หอสังเกตการณ์ ขนาด 4x4.5x0.10 ม.	4	ผืน	7.20	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	-	567.20	-	-	-	-	10.05	
22	พื้นที่ S3 หนา 10ซม. ชั้น4																					
	ขนาด 2x2ม.	4	ผืน	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	-	50.28	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด 4x2ม.	12	ผืน	9.60	96.00	14.40	96	24.00	-	-	-	-	-	-	293.29	-	-	-	-	-	9.36	
	ขนาด 5x2ม.	4	ผืน	4.00	40.00	6.00	40	10.00	-	-	-	-	-	-	121.51	-	-	-	-	-	3.86	
	ขนาด 4.5x2ม.	4	ผืน	3.60	36.00	5.40	36	9.00	-	-	-	-	-	-	109.63	-	-	-	-	-	3.49	
	พื้นที่ S3 หอสังเกตการณ์																					
	ขนาด 2x2ม.	4	ผืน	1.60	16.00	2.40	16	4.00	-	-	-	-	-	-	50.28	-	-	-	-	-	1.63	
	ขนาด 4x2ม.	4	ผืน	3.20	32.00	4.80	32	8.00	-	-	-	-	-	-	97.76	-	-	-	-	-	3.12	
	ขนาด 4.5x4ม.	4	ผืน	7.20	72.00	10.80	72	18.00	-	-	-	-	-	-	212.98	-	-	-	-	-	6.66	
	ขนาด 2x3ม.	1	ผืน	0.60	6.00	0.90	6	1.50	-	-	-	-	-	-	18.51	-	-	-	-	-	0.59	
23	บันได ST1 (หอสังเกตการณ์)	1	ซุด	2.70	13.50	2.03	14	3.38	-	-	-	-	-	-	179.16	163.95	-	-	-	-	5.15	
24	บันได ST2	4	ซุด																			
	ชั้น 1-2			5.33	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	96.00	-	1,522.34	-	-	-	24.28	
	ชั้น 2-3			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	94.59	-	1,501.41	-	-	-	23.94	
	ชั้น 3-4			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	94.59	-	1,501.41	-	-	-	23.94	
	ชั้น 4-5			5.23	50.00	7.50	50	12.50	-	-	-	-	-	-	94.59	-	1,501.41	-	-	-	23.94	
	รวม			1,735.26	9,662.82	1,449.42	5,834	2,415.72	27.02	27.02	456.49	212	521.91	1,577.63	682.68	83,424.78	77,981.82	19,307.98	113,084.66	218,543.90	7,120.54	

ตารางที่ 2.3 ก. แสดงปริมาณงาน และ วัสดุ อาคาร B

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	คอนกรีต (ลบ.ม.)	ไม้แบบ (ตร.ม.)	ไม้ค้ำยัน (ลบ.ฟ.)	ไม้ค้ำยัน (ต้น)	ตะปู (กก.)	คอนกรีต หยาบ (ลบ.ม.)	ทรายถม (ลบ.ม.)	ดินซุด (ลบ.ม.)	เสาเข็ม (ต้น)	เหล็กเสริม (กก.)							ลวดผูก (กก.)	หมายเหตุ	
													RB6	RB9	RB12	DB12	DB16	DB20	DB25			DB28
	รวม			1,713.22	9,662.82	1,449.42	5,834	2,415.72	27.02	27.02	456.49	212	521.91	1,577.63	682.68	80,148.30	75,860.77	19,307.98	113,084.66	208,570.26	6,889.97	
	เบอร์เส้นลวด %			0%	คิด 60%	-	คิด 30%	0%	0%	25%	30%	0%	5%	7%	9%	9%	11%	13%	15%	15%	0%	
	รวมทั้งหมด			1,713.22	5,797.69	1,449.42	1750	2,415.72	27.02	33.78	593.44	212	548.01	1,688.06	744.13	87,361.64	84,205.46	21,818.02	130,047.36	239,855.79	6,889.97	

ตารางที่ 2.3 ข. บัญชีแสดงปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง อาคารB

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมค่าวัสดุ และค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน	ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน		
1	หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง								
	1.1 งานสำรวจ บักฝัง	630.00	ตร.ม.	-	-	-	-	10,000	
	1.2 ทดสอบดิน	1	หลุม	-	-	-	-	16,000	
	1.3 ปรับพื้นที่	630.00	ตร.ม.					10,000	
	1.4 ขุดดิน	593.44	ลบ.ม.	-	-	94	55,783	55,783	
	1.5 เสาค้ำเข็มเจาะ Dia 0.45 ม.	192	ต้น	16,500	3,168,000	5,000	960,000	4,128,000	
	1.6 เสาค้ำเข็มเจาะ Dia 0.50 ม.	20	ต้น	20,800	416,000	5,000	100,000	516,000	
	1.7 ค่าสกัดหัวเสาค้ำเข็ม ขนาด Dia. 0.45 ม.	192	ต้น	-	-	350	67,200	67,200	
	1.8 ค่าสกัดหัวเสาค้ำเข็ม ขนาด Dia. 0.50 ม.	20	ต้น	-	-	400	8,000	8,000	
	1.9 ค่าทดสอบเสาค้ำเข็ม		เหมา					65,000	
	1.10 ทรายราดน้ำอัดแน่น	33.78	ลบ.ม.	230	7,768	46	1,554	9,322	
	1.11 คอนกรีตหยาบ	27.02	ลบ.ม.	1,300	35,126	342	9,241	44,367	
	1.12 คอนกรีตโครงสร้าง 350 กก./ตร.ซม. / 300 กก./ตร.ซม.	1,084.89	ลบ.ม.	2,680	2,907,492	403	437,209	3,344,700	
	1.13 คอนกรีตโครงสร้าง 450 กก./ตร.ซม. / 400 กก./ตร.ซม.	518.16	ลบ.ม.	2,880	1,492,301	403	208,818	1,701,119	
	1.14 คอนกรีตโครงสร้าง 500 กก./ตร.ซม.	132.21	ลบ.ม.	3,500	462,735	403	53,281	516,016	
	1.15 ค่าทดสอบคอนกรีต		เหมา	-	-	-	-	20,000	
	1.16 เหล็กเสริม SR - 24 Dia 6 มม.	548.01	กก.	20.76	11,377	2.7	1,480	12,856	
	- เหล็กเสริม SR - 24 Dia 9 มม.	1,688.06	กก.	19.82	33,457	2.7	4,558	38,015	
	- เหล็กเสริม SR - 24 Dia 12 มม.	744.13	กก.	19.38	14,421	2.7	2,009	16,430	

ตารางที่ 2.3 ข. บัญชีแสดงปริมาณงาน ค่าวัสดุ ค่าแรง อาคารB

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมค่าวัสดุ และค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน	ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน		
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 12 มม.	90,933.01	กก.	19.52	1,775,012	2.7	245,519	2,020,531	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 16 มม.	86,559.82	กก.	19.28	1,668,873	2.7	233,712	1,902,585	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 20 มม.	21,818.02	กก.	19.28	420,651	2.7	58,909	479,560	
	- เหล็กเสริม SD - 40 Dia 25 มม.	130,047.36	กก.	19.28	2,507,313	2.7	351,128	2,858,441	
	- เหล็กเสริม SD - 50 Dia 28 มม.	251,325.49	กก.	20.00	5,026,510	2.7	678,579	5,705,089	
	- ลวดผูกเหล็ก	7,120.54	กก.	30	213,616	-	-	213,616	
	1.17 ค่าทดสอบเหล็ก		เหมา		-			10,000	
	1.18 ไม้แบบ	5,797.69	ตร.ม.	267	1,547,984	-	-	1,547,984	
	- ค่าแรงไม้แบบ (100%)	9,662.82	ตร.ม.	-	-	112	1,082,236	1,082,236	
	- ไม้คร่าว (30%ไม้แบบ)	1,449.42	ลบ.ฟ.	425	616,005	-	-	616,005	
	- ไม้ค้ำยัน (30%จำนวนทั้งหมด)	1,750.20	ต้น	55	96,261	-	-	96,261	
	- ตะปู	2,415.72	กก.	25	60,393	-	-	60,393	
	รวมหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง				22,481,295		4,559,214	27,171,509	
	(ค่าดำเนินการ ภาษี ก่อ) Factor F = 1.2097							32,869,375	
	1.19 Fender ยาว 1 ม. น้ำหนัก 476 kg	48.00	ชุด	142,800	6,854,400	7,140	342,720	7,197,120	
	รวมหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง							40,066,495	
	ราคาต่อตารางเมตร							17,466	



บทที่ 3






































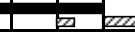






















สรุปผลการดำเนินงานโครงการ

ความก้าวหน้าของงานจนถึงปัจจุบันสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าการดำเนินการล่าช้าจากแผนที่วางไว้เนื่องจากงานที่ผ่านมา แต่ขณะนี้ก็สามารถดำเนินการให้ทันตามแผนที่วางไว้ได้ โดยงานหลักที่ได้ศึกษาแล้วเสร็จ คือ

- หลักการประมาณราคา
- กระบวนการประมาณราคาค่าก่อสร้าง
- ผลการประเมินราคา
- สรุปผลการประมาณราคาค่าก่อสร้าง

ในขณะนี้ทางที่ปรึกษากำลังเตรียมจัดทำเทคนิคพิจารณาเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีและแนวทางการออกแบบ ที่ปรึกษาจึงขอสรุปว่าการดำเนินการจนถึงปัจจุบันเป็นไปตามแผนการดำเนินการ

ตารางที่ 3.1 ตารางแผนการดำเนินการโครงการ การศึกษา วิเคราะห์ และพัฒนาแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม
สำหรับอาคารอพยพและอาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัยคลื่นยักษ์ระดับปานกลาง ( แผนการดำเนินการ,  การดำเนินการจริง)

กิจกรรม	ช่วงที่ 1 (เวลาดำเนินการ 1 เม.ย. 2549 - 31 ธ.ค. 2549)										ช่วงที่ 2 (เวลาดำเนินการ 1 ต.ค. 2549 - 30 ก.ย. 2550)										
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
จัดทำรายงานริเริ่มงาน (Inception Report)																					
1. สํารวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในเขตเสี่ยงภัยคลื่นยักษ์ระดับปานกลาง (ผศ.ดร.อาณัติ และ ผศ.ดร.สุชาติ)																					
1.1 รวบรวมข้อมูลความเสี่ยงภัยสิ่งก่อสร้างจากสินามิ (100%)																					
1.2 รวบรวมข้อมูลความสูงของสินามิ (100%)																					
1.3 รวบรวมข้อมูลความเร็วของสินามิ (100%)																					
1.4 รวบรวมข้อมูลระดับความสูงและความลึกบริเวณชายฝั่ง (100%)																					
1.5 รวบรวมมาตรฐานการออกแบบอาคารด้านทานคลื่นยักษ์ (100%)																					
2. ศึกษา วิเคราะห์ ประเมิน และพัฒนาวิธีการคำนวณแรงที่กระทำกับโครงสร้างอาคารเนื่องจากคลื่นสินามิ ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร (ดร.ฉัตรพันธ์ และ รศ.ดร.สุจริต)																					
2.1 ศึกษา วิเคราะห์และประเมินวิธีการคำนวณจากแหล่งต่างๆ (100%)																					
2.2 พัฒนาวิธีการคำนวณแรงที่กระทำกับผนัง (100%)																					
2.3 พัฒนาวิธีการคำนวณแรงที่กระทำกับเสา (100%)																					
2.4 ประเมินวิธีการคำนวณแรงโดยวิเคราะห์อาคารตัวอย่างด้วยวิธีแรงผลัดกันข้าง (100%)																					
2.5 ศึกษารวบรวมผลกระทบที่เกิดกับฐานรากโครงสร้าง (100%)																					
3. ตรวจสอบผลการดำเนินการในข้อ 2 โดยกรรมวิธีหรือขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ด้วยการทดสอบกับแบบจำลองในห้องปฏิบัติการ (รศ.ดร.ชัยยุทธ , ผศ.ดร.สุทัศน์ และ ผศ.ดร.อาณัติ)																					
3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและข้อมูลภาคสนาม (100%)																					
3.2 สร้างและติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง (100%)																					
3.3 เสนอแนวทางการตรวจสอบวิธีการคำนวณแรงและจัดทำแบบจำลอง (100%)																					
ส่งรายงานฉบับกลาง (Interim Report)																					
3.4 ทำการทดลองเพื่อจำลองคลื่น สอบเทียบเครื่องมือ และ ทำการทดลองกับแบบจำลองอาคาร (100%)																					
3.5 วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง (100%)																					
3.6 จัดทำรายงานสรุปผลการทดลอง (100%)																					

หมายเหตุ ตัวเลขใน () แสดงปริมาณงานที่แล้วเสร็จเทียบกับที่เสนอใน inception report

**ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ตารางแผนการดำเนินการ โครงการ การศึกษา วิเคราะห์ และพัฒนาแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม
สำหรับอาคารอพยพและอาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัยคลื่นยักษ์ระดับปานกลาง (████████ แผนการดำเนินการ, ████████ การดำเนินการจริง)**

กิจกรรม	ช่วงที่ 1 (เวลาดำเนินการ 1 ม.ค. 2549 - 30 ก.ย. 2549)										ช่วงที่ 2 (เวลาดำเนินการ 1 ต.ล. 2549 - 30 ก.ย. 2550)										
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ล.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ล.	พ.ย.	ธ.ค.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4. เสนอแนะแนวทางการออกแบบโครงสร้างอาคารอพยพและการประเมินอาคารสาธารณะในเขตเสี่ยงภัย (รศ.ดร.เป็นหนึ่งใน , รศ.ดร.อมร , รศ.ดร.บุญไชย และ ดร.ฉัตรพันธ์)																					
4.1 รวบรวมข้อกำหนดมาตรฐานเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการ ประเมินการปรับปรุงอาคารและการออกแบบอาคารใหม่ (100%)	██████	██████																			
4.2 คัดเลือกอาคารสาธารณะตัวแทนที่จะใช้เป็นตัวอย่างเป็นสำหรับการประเมินและปรับปรุง (100%)				██████	██████	██████															
4.3 คัดเลือกเกณฑ์ประเมินอาคารและประยุกต์เกณฑ์ดังกล่าวกับอาคารในข้อ 4.2 (100%)							██████	██████													
4.4 ศึกษาหาแนวทางการปรับปรุงอาคารและจัดทำตัวอย่าง 1 อาคาร (100%)									██████	██████											
4.5 คัดเลือกรูปแบบอาคารอพยพ (100%)								██████	██████												
4.6 ออกแบบอาคารและจัดทำแบบโครงสร้าง (100%)										██████	██████										
4.7 จัดทำรายงานการศึกษาเรื่องการประเมินและปรับปรุงอาคาร สาธารณะและการออกแบบอาคารอพยพ (100%)														██████	██████						
5. เสนอแนะรูปแบบที่เหมาะสมของอาคารตลอดจนจัดทำร่างกฎหมาย (ศ.ดร.ปณิธาน และ คณะผู้วิจัย)																					
5.1 เสนอแนะรูปแบบที่เหมาะสมของอาคารสำหรับประกอบกร พิจารณา ร่างกฎหมายควบคุมอาคาร (100%)														██████	██████						
5.2 จัดทำร่างกฎหมายควบคุมอาคารว่าด้วยการกำหนดรูปแบบและประเภท อาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยจากคลื่นยักษ์ (100%)															██████	██████					
6. เปรียบเทียบผลกระทบในด้านราคาค่าก่อสร้าง (รศ.ดร.เป็นหนึ่งใน และ รศ.ดร.อมร)																					
6.1 ประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารอพยพที่ออกแบบโดยวิธีหรือแนวทางที่เสนอ (100%)																					
6.2 ประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารอพยพที่ออกแบบโดยวิธีปกติ (100%)																					
6.3 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง (100%)																					
7. จัดทำเทคนิคพิจารณาปรับฟังก์ชันคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีและแนวทางการออกแบบ (ผศ.ดร.อาทิตย์ และ ดร.ฉัตรพันธ์)																					
7.1 จัดทำรายงานฉบับร่างเพื่อใช้ในการทำเทคนิคพิจารณา (30%)																					
7.2 จัดทำเทคนิคพิจารณาและสรุปผล																					
ส่งรายงานฉบับสุดท้ายฉบับร่าง (Draft Final Report)																					◆
8. จัดทำสรุปผลการศึกษาและคู่มือปฏิบัติ (ศ.ดร.ปณิธาน และ คณะผู้วิจัย)																					
8.1 จัดทำรายงานสรุปผลการศึกษฉบับสุดท้าย																					
8.2 จัดทำคู่มือปฏิบัติสำหรับการเผยแพร่																					

หมายเหตุ ตัวเลขใน () แสดงปริมาณงานที่แล้วเสร็จเทียบกับที่เสนอใน inception report

ภาคผนวก ก

เกณฑ์การออกแบบอาคารอพยพ

เกณฑ์การออกแบบอาคารอพยพและแบบอาคารอพยพ

1. เกณฑ์การออกแบบ (Design criteria)

1.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับพื้นที่ใช้สอย

การคำนวณขนาดพื้นที่ใช้สอยของอาคารอพยพพิจารณาจากเกณฑ์ของ FEMA 1990 National performance criteria for tornado shelters ซึ่งได้กำหนดพื้นที่ใช้สอยขั้นต่ำไว้ที่ 2 ตารางเมตร ต่อ 1 คน สำหรับตัวอย่างการออกแบบอาคารอพยพที่ได้จัดทำขึ้นนั้นได้ออกแบบไว้สำหรับรองรับผู้อพยพได้เท่ากับ 500 ถึง 600 คน ต่อ 1 ชั้น รองรับผู้อพยพได้ทั้งหมดชั้นต่ำ = 1500 คน

1.2 ตำแหน่งที่ตั้งและการใช้สอยอาคาร

อาคารอพยพควรตั้งในตำแหน่งที่ประชาชนเข้าไปใช้สอยได้สะดวก และ ควรจะตั้งอยู่ในที่สูง ในยามปกติ อาคารควรออกแบบให้คำนึงการใช้สอยอย่างอื่น ตามความเหมาะสมของชุมชน แต่จะต้องระวังไม่ให้การใช้งานในยามปกติเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานเป็นที่หลบภัยเมื่อเกิดคลื่นยักษ์ นอกจากนี้ การเลือกที่ตั้งของอาคารควรพิจารณาเส้นทางหลบภัยคลื่นยักษ์ประกอบด้วย

1.3 จำนวนชั้นที่ใช้สำหรับการอพยพ และ ชั้นล่างของอาคาร

การกำหนดจำนวนชั้นของอาคารให้ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรที่จะมาใช้งานอาคารอพยพในยามเกิดคลื่นยักษ์ ยกตัวอย่างเช่น ในการออกแบบอาคารอพยพที่ได้เสนอในรายงานฉบับนี้ได้ออกแบบไว้สำหรับรองรับผู้อพยพจำนวน 1500 คน ดังนั้นจึงออกแบบให้อาคารมีจำนวนชั้นที่สามารถใช้อพยพได้เท่ากับ 3 ชั้น ส่วนชั้นล่างของอาคาร ปล่อยเป็นช่องโถง เพื่อให้น้ำไหลผ่านไปได้โดยสะดวก

1.5 รูปทรง ระบบโครงสร้างอาคาร และระบบฐานรากของอาคาร

อาคารกำหนดให้มีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งเป็นรูปทรงที่มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ระบบโครงสร้างอาคาร เป็นโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบด้วย คาน เสา และ อาจมีหรือไม่มีกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กต้านทานแรงเฉือนขึ้นกับความรุนแรงของสึนามิที่กระทำต่อโครงสร้าง ระบบพื้นของอาคารอพยพเป็นระบบพื้นเทในที่ ทำให้แผ่นพื้นมีความแข็งแกร่งในระนาบสูง (in plane rigidity) การที่พื้นมีความแข็งแกร่งในระนาบสูง เพื่อให้พื้นทำหน้าที่เป็นไดอะแฟรมยึดเสา และ กำแพงเฉือนให้เคลื่อนที่ไปเป็นระบบเดียวกัน ฐานรากอาคารเป็นฐานรากบนเสาเข็ม มีคานคอดินยึดฐานรากแต่ละฐานเข้าด้วยกัน

2. สมบัติของวัสดุ (Material properties)

2.1 กำลังของวัสดุ

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ 28 วัน (คาน)	=	280 กก/ซม ²
หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ 28 วัน (เสา)	=	300 กก/ซม ²
หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ 28 วัน (ฐานราก)	=	300 กก/ซม ²
หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ 28 วัน (คาน B4*)	=	400 กก/ซม ²
หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ 28 วัน (กำแพง คสล.)	=	500 กก/ซม ²
หน่วยแรงดึงที่จุดครากของเหล็กกล้าละมุน SR24	=	2,400 กก/ซม ²
หน่วยแรงดึงที่จุดครากของเหล็กกล้าละมุน SD40	=	4,000 กก/ซม ²
หน่วยแรงดึงที่จุดครากของเหล็กกล้าละมุน SD50	=	5,000 กก/ซม ²
หน่วยแรงดึงที่จุดครากของเหล็กรูปพรรณ A36	=	2,500 กก/ซม ²

2.2 หน่วยน้ำหนักของวัสดุ (Unit weight)

หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต	=	2,400 กก/ม ³
หน่วยน้ำหนักของเหล็ก	=	7,850 กก/ม ³
หน่วยน้ำหนักของน้ำทะเล	=	1,026 กก/ม ³
ผนังอิฐมวลเบาก่อครึ่งแผ่น	=	180 กก/ม ²
กำแพงแบบแตกสลายได้-Breakaway wall	=	120 กก/ม ²
วัสดุปูผิว	=	50 กก/ม ²

3. ความสูงน้ำท่วมออกแบบ และ ความเร็วของน้ำที่ใช้ในการออกแบบ

3.1 ความสูงน้ำท่วม

ความสูงน้ำท่วมที่ใช้ในการออกแบบ = 6 เมตร สำหรับทั้งอาคาร A (อาคารอพยพในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งลอยน้ำขนาดใหญ่) และ อาคาร B (อาคารอพยพในพื้นที่ที่มีสิ่งลอยน้ำขนาดใหญ่)

3.2 ความเร็วคลื่น

ความเร็วคลื่นที่ใช้ในการออกแบบคำนวณจาก

$$v = 1.4\sqrt{gh} = 1.4\sqrt{9.81 \cdot 6} = 10.74 \text{ เมตร ต่อ วินาที}$$

4. แรงในการออกแบบ (Design Force)

แยกการพิจารณาสำหรับอาคารทั้งสองประเภท ดังนี้

4.1 อาคาร A (อาคารอพยพในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งลอยน้ำขนาดใหญ่)

แรงหรือน้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบประกอบด้วย

4.1.1 น้ำหนักบรรทุกทุกในแนวดิ่ง หรือแรงในแนวโน้มถ่วงของโลก (Gravity loads) ซึ่งประกอบด้วย

4.1.1.1 น้ำหนักของโครงสร้างเอง (Dead load, DL)

4.1.1.2 น้ำหนักคงที่เพิ่มเติม (Superimposed dead load, SDL) คือ น้ำหนักของวัสดุปูพื้น เช่น กระเบื้อง ทราายปรับระดับ และกำแพงโดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ

- วัสดุปูพื้น	=	50	กก/ม ²
- ทราายปรับระดับหนา 4 ซม.	=	96	กก/ม ²
รวม	=	<u>146</u>	กก/ม ²
ใช้จริง	=	<u>150</u>	กก/ม ²
- กำแพงชั้นที่ 1 และ 2 (Breakaway wall)	=	120	กก/ม ²
- กำแพงชั้น 3 – 5 (อิฐมวลฉนวน)	=	180	กก/ม ²

4.1.1.3 น้ำหนักบรรทุกจร (Live load: LL) คือ น้ำหนักของผู้อพยพและสัมภาระต่างๆ ใช้เท่ากับ **500 กก/ม²**

4.1.1.4 แรงพยุง (Buoyancy force: BF) เกิดจากการแทนที่ปริมาตรวัสดุด้วยปริมาตรของน้ำ การคำนวณแรงพยุงใช้หน่วยน้ำหนักของน้ำทะเล = 1,026 กก/ม³

4.1.2 แรงกระทำในแนวราบ (Horizontal loads) คือ แรงที่กระทำในแนวราบหรือด้านข้างของอาคาร ประกอบด้วย

4.1.2.1 แรงอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic, HD) ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของน้ำไหล ผ่านหน้าตัดรูปทรงต่าง โดยแรงนี้จะจำลองให้เป็นแรงแผ่แบบสม่ำเสมอเข้ากระจายตามเสาทุกต้นในระดับความสูงของน้ำ ซึ่งสำหรับเสากลม ($C_d = 2$) แรงดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$F_{dyn} = \frac{1}{2} C_d \rho b v^2 = (1/2)(2)(1.026) b v^2 \quad \text{กิโลนิวตัน/เมตร}$$

$$F_{dyn} = (1/2)(2)(1.026)(10.74)^2 b = 118.3b \quad \text{กิโลนิวตัน/เมตร}$$
$$= 12.06b \quad \text{ตัน/เมตร}$$

เมื่อ b คือ ความกว้างของหน้าเสา หน่วยเป็น เมตร

4.1.2.2 แรงลม (Wind load, WL) ใช้หน่วยแรงลมตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 ซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ซึ่งกำหนดให้ใช้หน่วยแรงลมที่ระดับความสูงไม่เกิน 10 เมตร เท่ากับ 50 กก/ม² และสำหรับชั้นที่สูงกว่า 10 แต่ไม่เกิน 20 เมตร ให้ใช้เท่ากับ 80 กก/ม²

4.1.2.3 แรงกระแทกจากวัตถุลอยมาตามกระแส (Debris impact, IM) ในกรณีอาคาร A (อาคารอพยพในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งลอยน้ำขนาดใหญ่) ใช้เป็นแรงสถิตเทียบเท่าขนาด 80 ตัน กระทำกับอาคาร

4.2 อาคาร B (อาคารอพยพในพื้นที่วัตถุลอยน้ำขนาดใหญ่)

แรงหรือน้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบประกอบด้วย

4.2.1 น้ำหนักบรรทุกในแนวตั้ง หรือแรงในแนวโน้มถ่วงของโลก (Gravity loads) ซึ่งประกอบด้วย

4.2.1.1 น้ำหนักของโครงสร้างเอง (Dead load, DL)

4.2.1.2 น้ำหนักคงที่เพิ่มเติม (Superimposed dead load, SDL) คือ น้ำหนักของวัสดุปูพื้น เช่น กระเบื้อง ทราายปรับระดับ และกำแพงโดยใช้ค่าเช่นเดียวกับที่กำหนดใน 4.1.1.2

4.2.1.3 น้ำหนักบรรทุกจร (Live load, LL) คือ น้ำหนักของผู้อพยพและสัมภาระต่างๆ ใช้เท่ากับ 500 กก/ม²

4.2.1.4 แรงพยุง (Buoyancy force : BF) เกิดจากการแทนที่ปริมาตรวัสดุด้วยปริมาตรของน้ำ การคำนวณแรงพยุงใช้หน่วยน้ำหนักของน้ำทะเล = 1,026 กก/ม³

4.2.2 แรงกระทำในแนวราบ (Horizontal loads) คือ แรงที่กระทำในแนวราบหรือด้านข้างของอาคาร ประกอบด้วย

4.2.2.1 แรงอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic, HD) ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของน้ำไหลผ่านองค์อาคาร โดยแรงนี้จะจำลองให้เป็นแรงแผ่แบบสม่ำเสมอเข้ากระจายตามเสาทุกต้นในระดับ ความสูงของน้ำ ซึ่งสำหรับเสากลม ($C_d = 2$) แรงดังกล่าวสามารถคำนวณได้เช่นเดียวกับ 4.1.2.1

4.2.2.2 แรงลม (Wind load, WL) ใช้หน่วยแรงลมตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 ซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ซึ่งกำหนดให้ใช้หน่วยแรงลมที่ระดับความสูงไม่เกิน 10 เมตร เท่ากับ 50 กก/ม² และสำหรับชั้นที่สูงกว่า 10 แต่ไม่เกิน 20 เมตร ให้ใช้เท่ากับ 80 กก/ม²

4.2.3 พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) : การคำนวณพลังงานพิจารณาที่มวลของวัตถุและความเร็วของกระแสน้ำที่ขึ้นตรงกับค่าความลึกของกระแสน้ำ และเนื่องจากในโครงการกำหนดความลึกในการออกแบบเป็น 6 เมตร ดังนั้นจึงสามารถคำนวณความเร็วที่ใช้ในการออกแบบได้ตั้งเสนอไปแล้วในส่วนของแรงอุทกพลศาสตร์ นั่นคือ

$$v = 10.74 \quad \text{เมตร/วินาที}$$

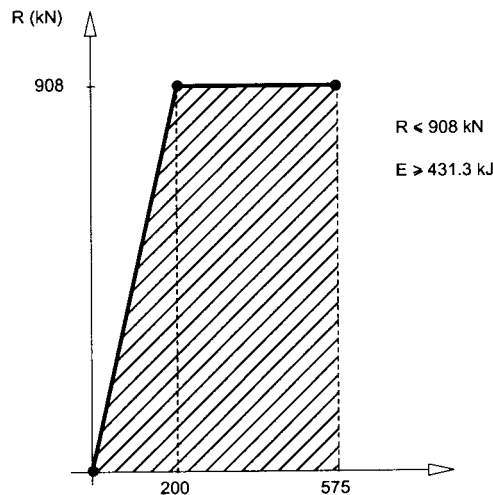
สำหรับมวลขนาด 80 ตัน จะได้พลังงานจลน์เท่ากับ

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= (1/2)(80)(10.74)^2 = 4,613.90 \quad \text{กิโลกรัม-จูล}$$

5. อุปกรณ์สลายพลังงาน

อุปกรณ์สลายพลังงานเป็นชิ้นบางต่อกันเป็นรูปตัววี (ดังแสดงในภาคผนวก) ทั้งนี้ชิ้นส่วนดังกล่าวต้องสามารถสลายพลังงานต่อตัวได้ไม่น้อยกว่า 431.3 กิโลจูลหรือต้องถ่ายแรงปฏิกิริยาไม่เกิน 908 กิโลนิวตัน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงพื้นที่ใต้กราฟของอุปกรณ์สลายพลังงานที่ใช้ในการออกแบบ

6. การรวมแรง

ชุดการรวมแรงที่ใช้ในการออกแบบโดยวิธีกำลังประลัยได้แก่

$$U = 1.7D + 2.0L$$

$$U = 0.75(1.7D + 2.0L + 2.0W)$$

$$U = 0.9D + 1.3W$$

$$U = 1.4D + 1.7L + T$$

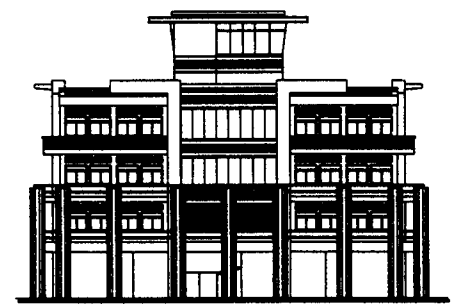
$$U = 0.9D + T$$

7. มาตรฐานและคู่มือในการออกแบบ

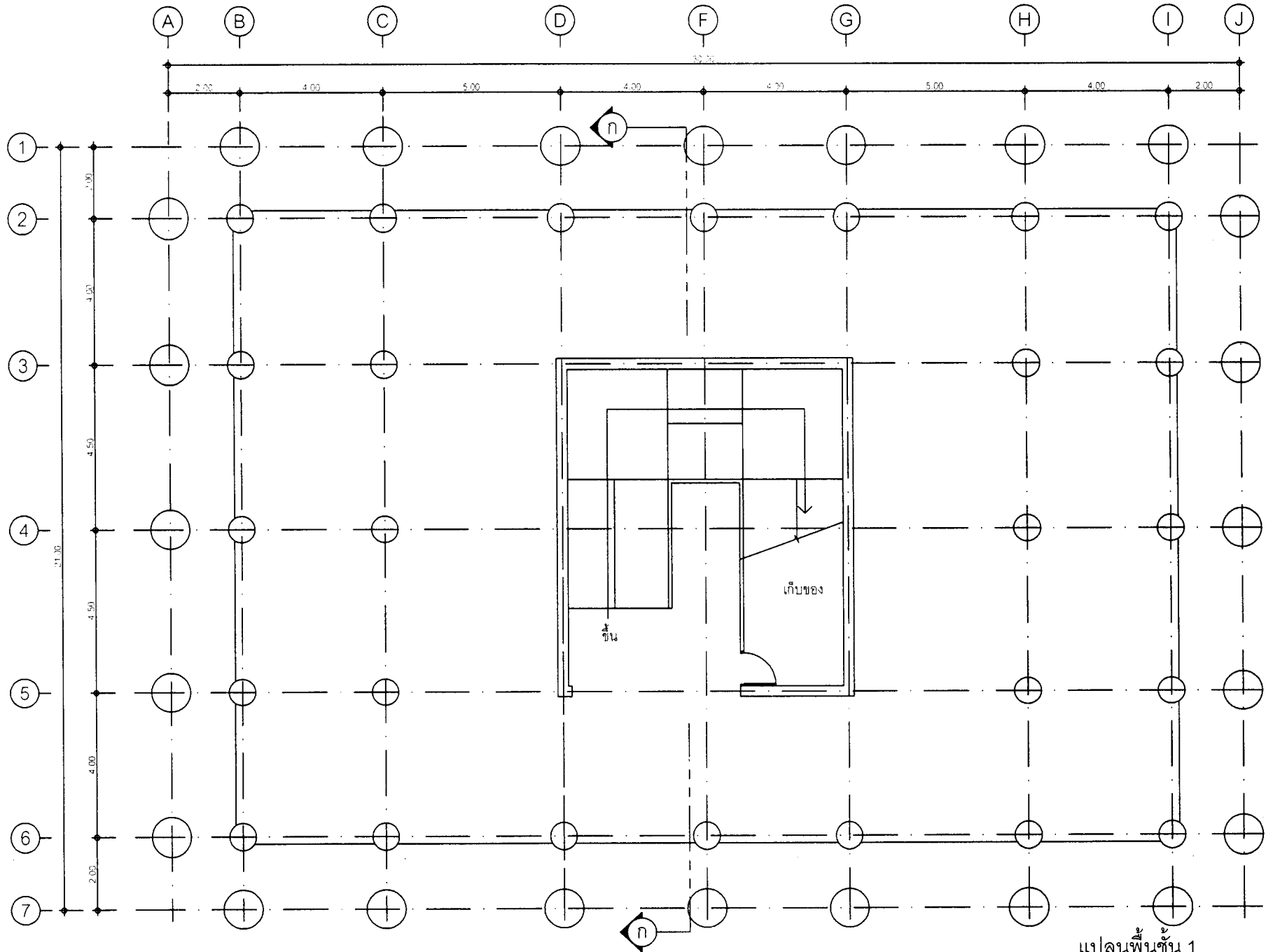
- 7.1 Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-99)
- 7.2 Flood resistant construction (UBC94, 1994)
- 7.3 Regulations within flood hazard districts and development adjacent to drainage facilities (CCH, 1980)
- 7.4 Coastal construction manual (FEMA55, 2000)
- 7.5 Development of design guidelines for structure that serve as tsunami vertical evacuation sites (H. Yeh, I. Robertson and J. Preuss, 2005)
- 7.6 มาตรฐานการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง (ว.ส.ท, พ.ศ. 2538)
- 7.7 มาตรฐานสำหรับการออกแบบอาคารเหล็กรูปพรรณ (ว.ส.ท, พ.ศ. 2540)

ภาคผนวก ข

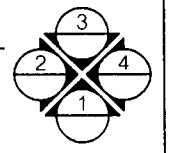
แบบรายละเอียดอาคารอพยพ A

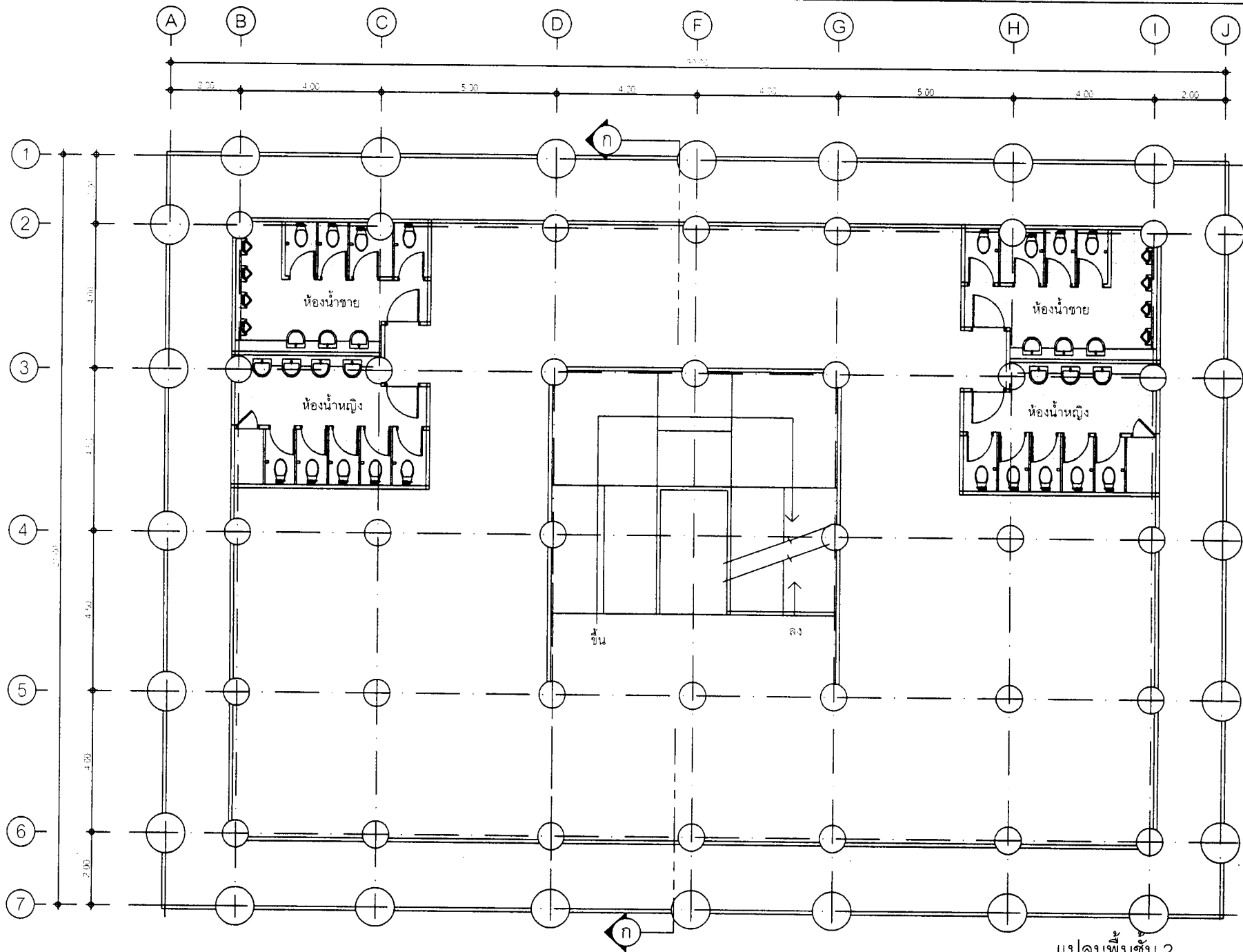


อาคาร A

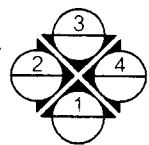


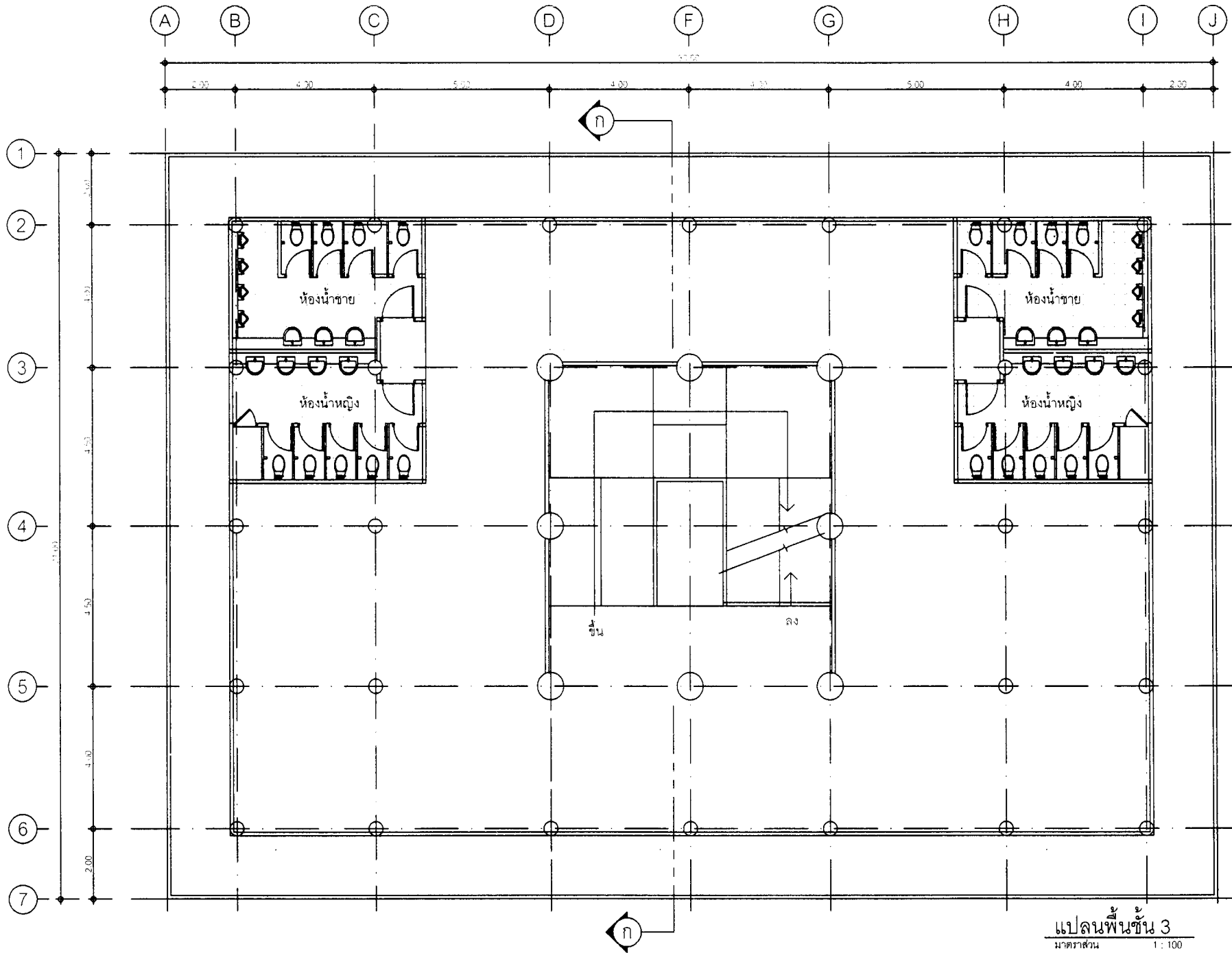
แปลนพินชั้น 1
 มาตรฐาน 1:100



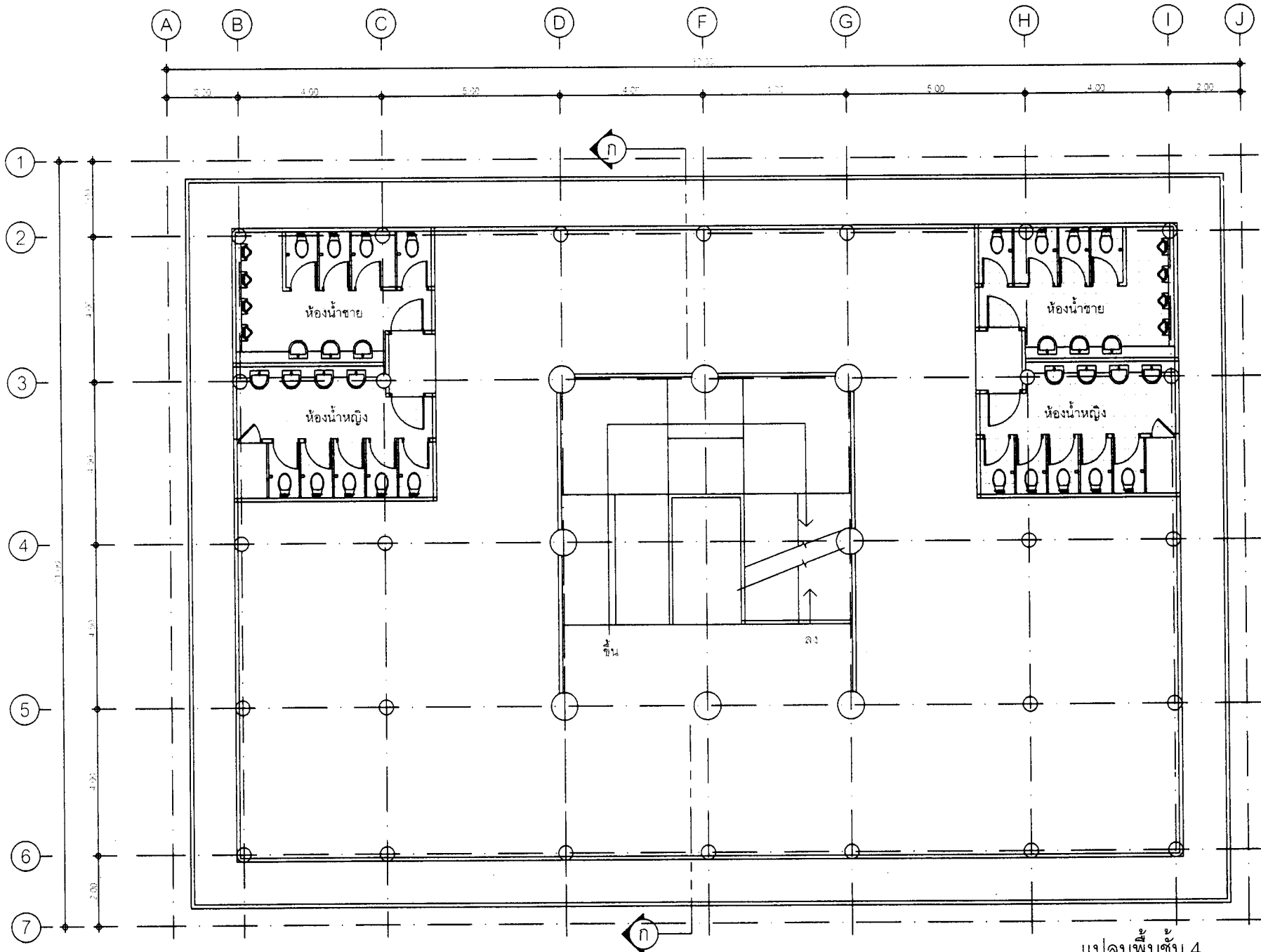


แปลนพื้นชั้น 2
 มาตรฐาน 1: 100

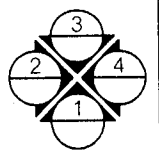


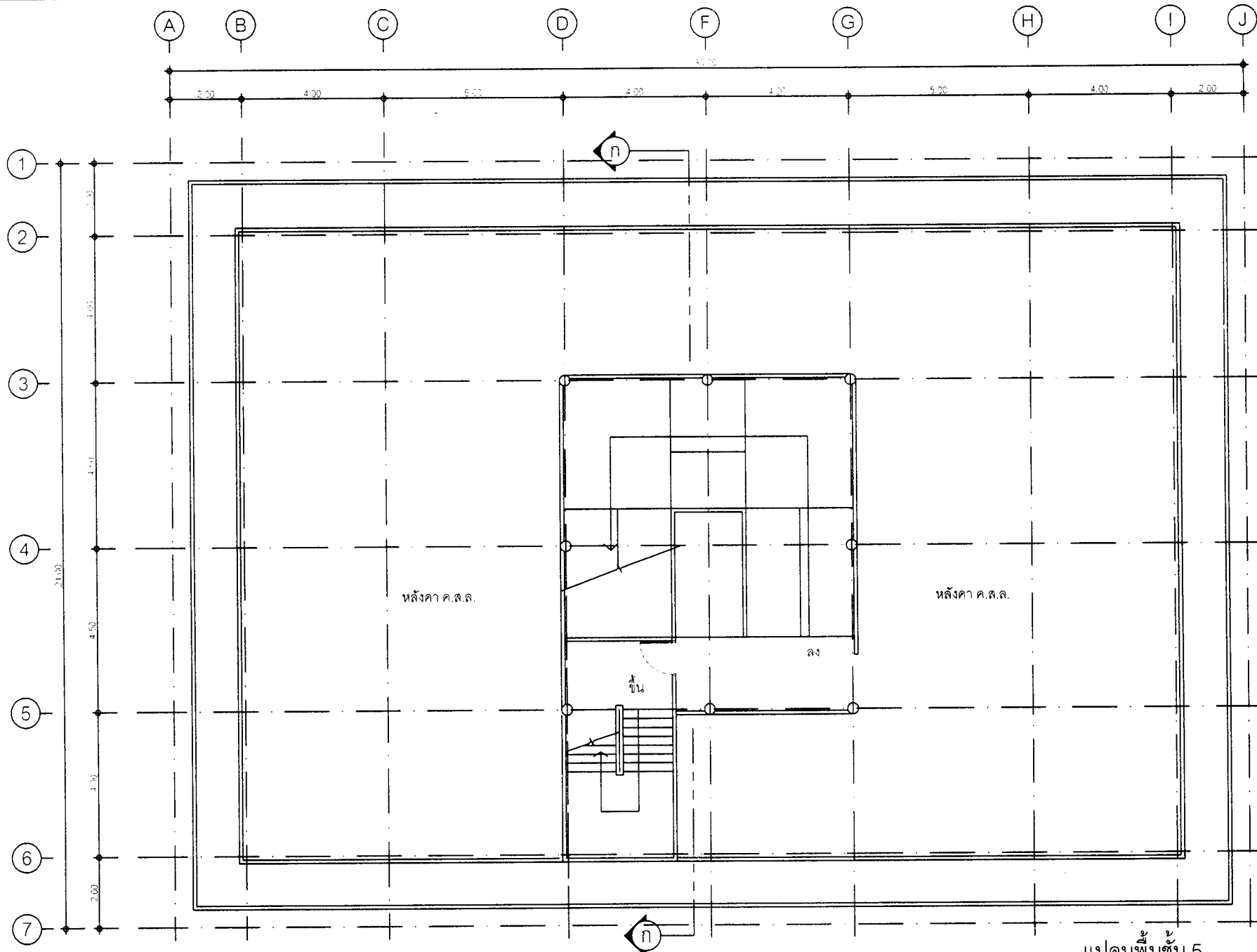


แปลนพื้นที่ 3
 มาตรฐาน 1:100

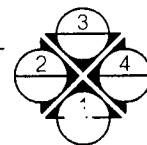


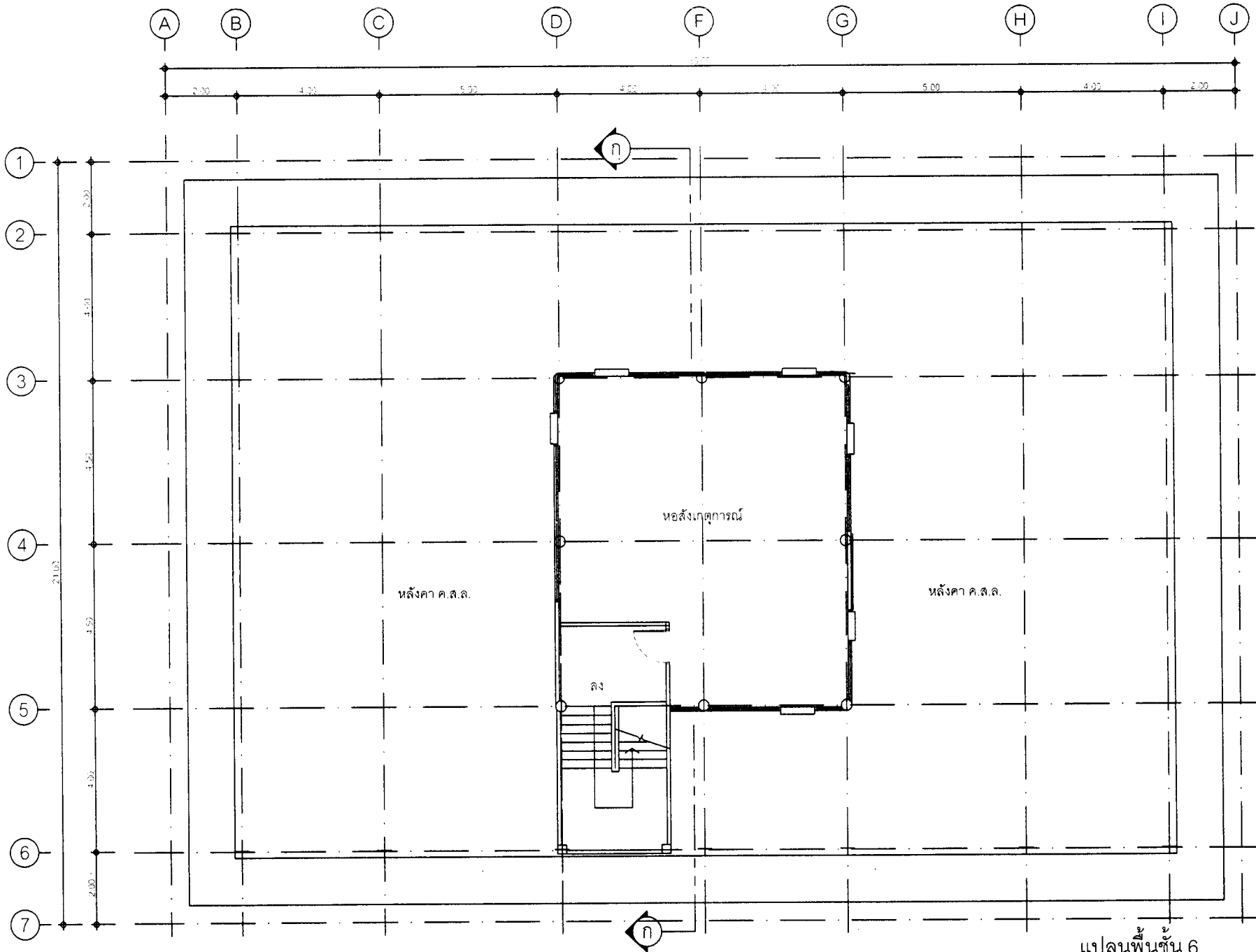
แปลนพื้นที่ 4
มาตราส่วน 1 : 100



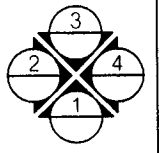


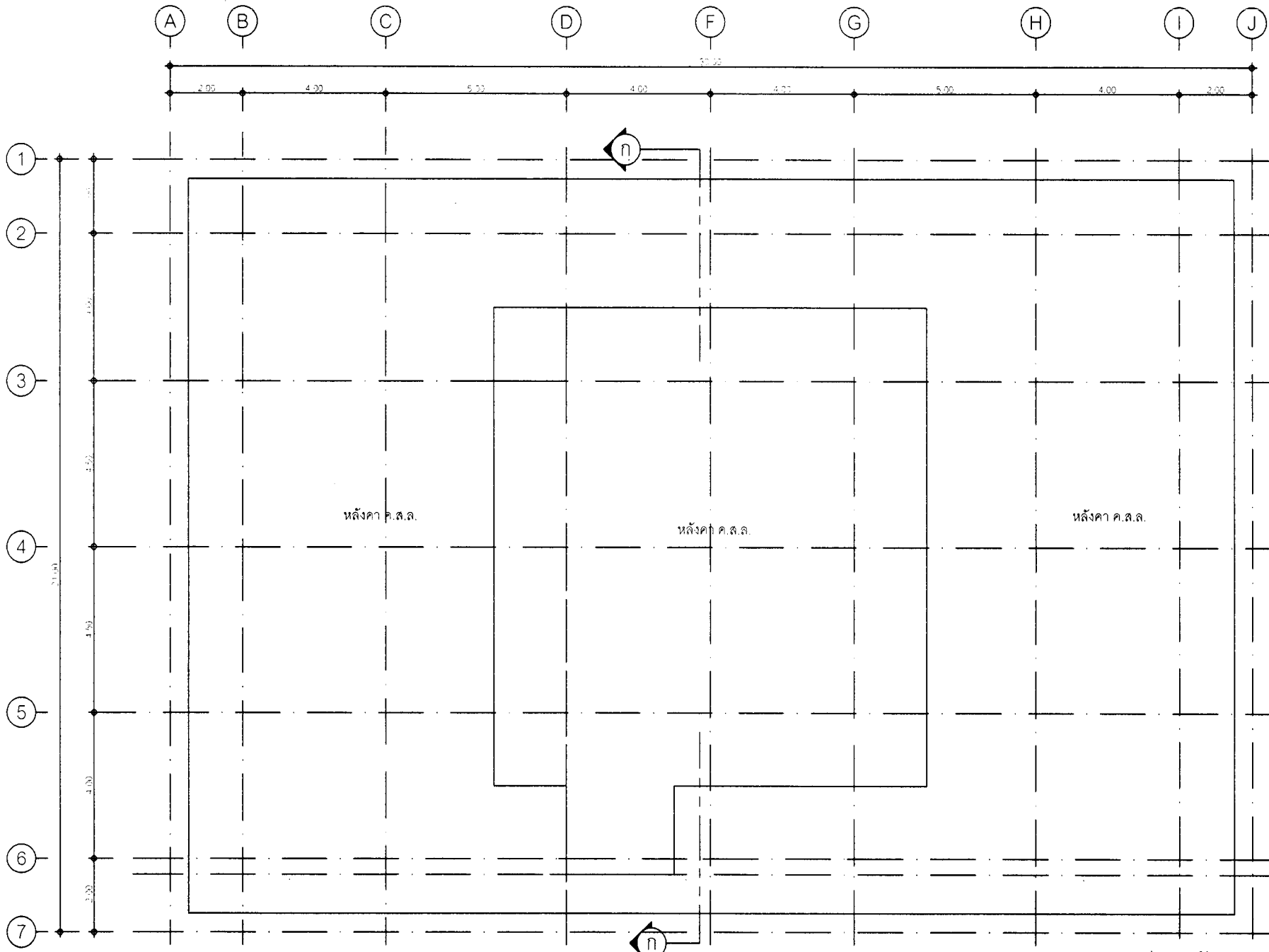
แปลนพื้นที่
 5
 มาตรฐาน 1 : 100



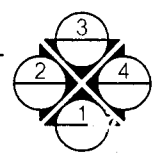


แปลนพื้นที่ 6
 1 : 100





แปลนหลังคา
 มาตรฐาน 1:100





รูปด้าน 1
มาตราส่วน 1:100



รูปด้าน 2
มาตราส่วน 1:100



ระดับพื้นหลังคา+21.80

ระดับพื้นหลังเมตกาธรณ์

ระดับพื้นหลังคา+15.30

ระดับพื้นชั้น 4 +11.70

ระดับพื้นชั้น 3 +8.10

ระดับพื้นชั้น 2 +4.50

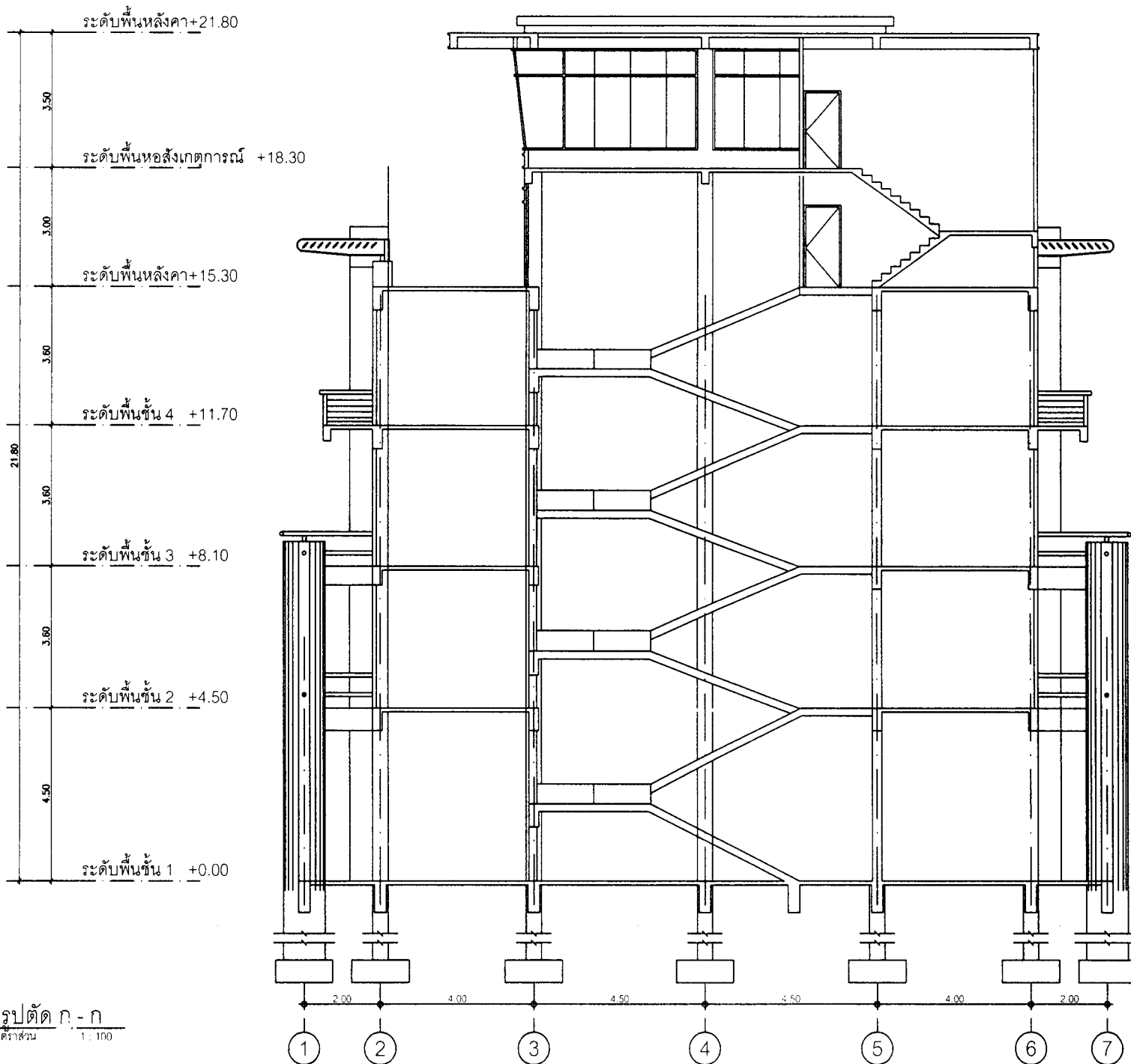
ระดับพื้นชั้น 1 +0.00

รูปด้าน 3
มาตรฐาน
1 : 100

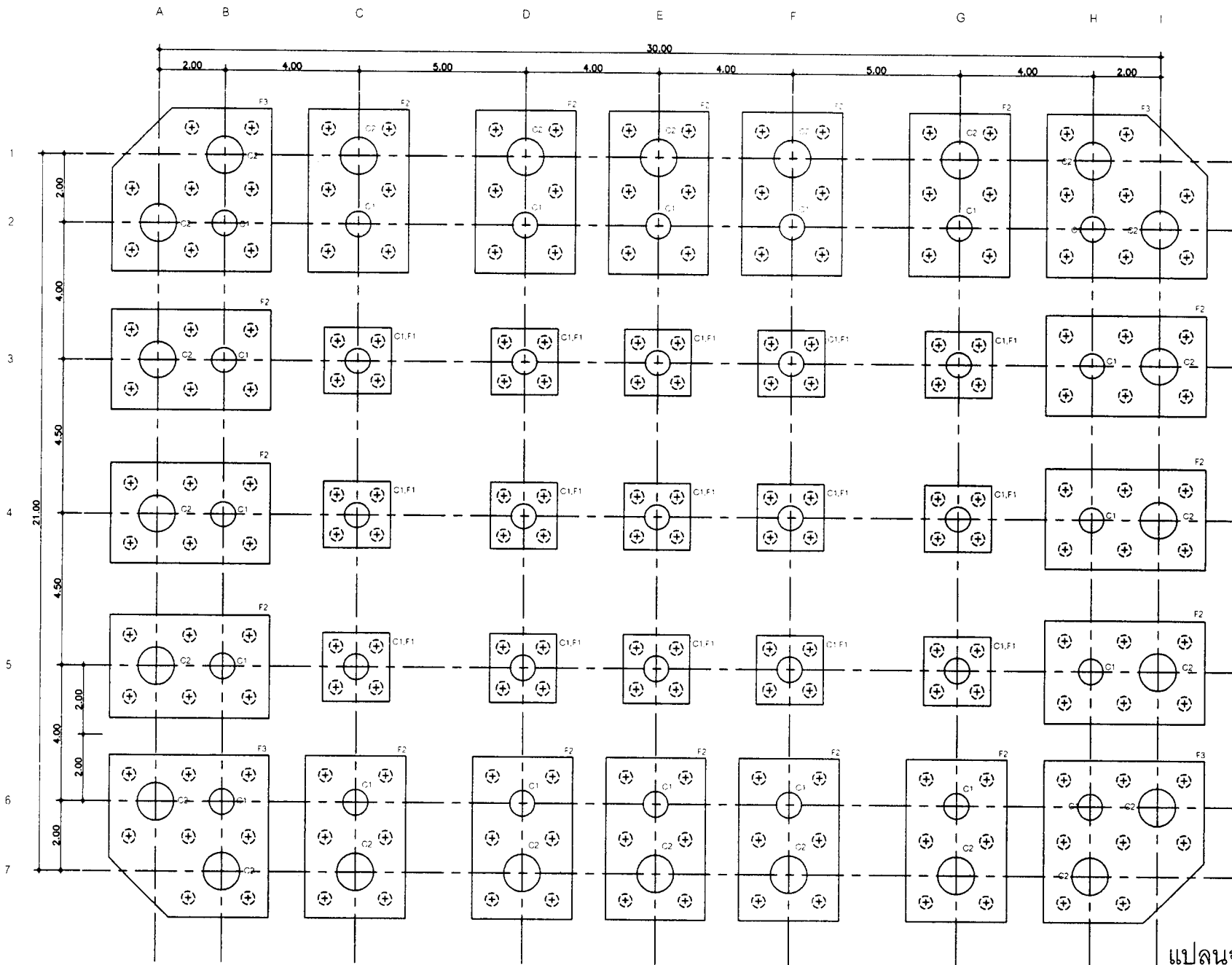
J I H G F D C B A



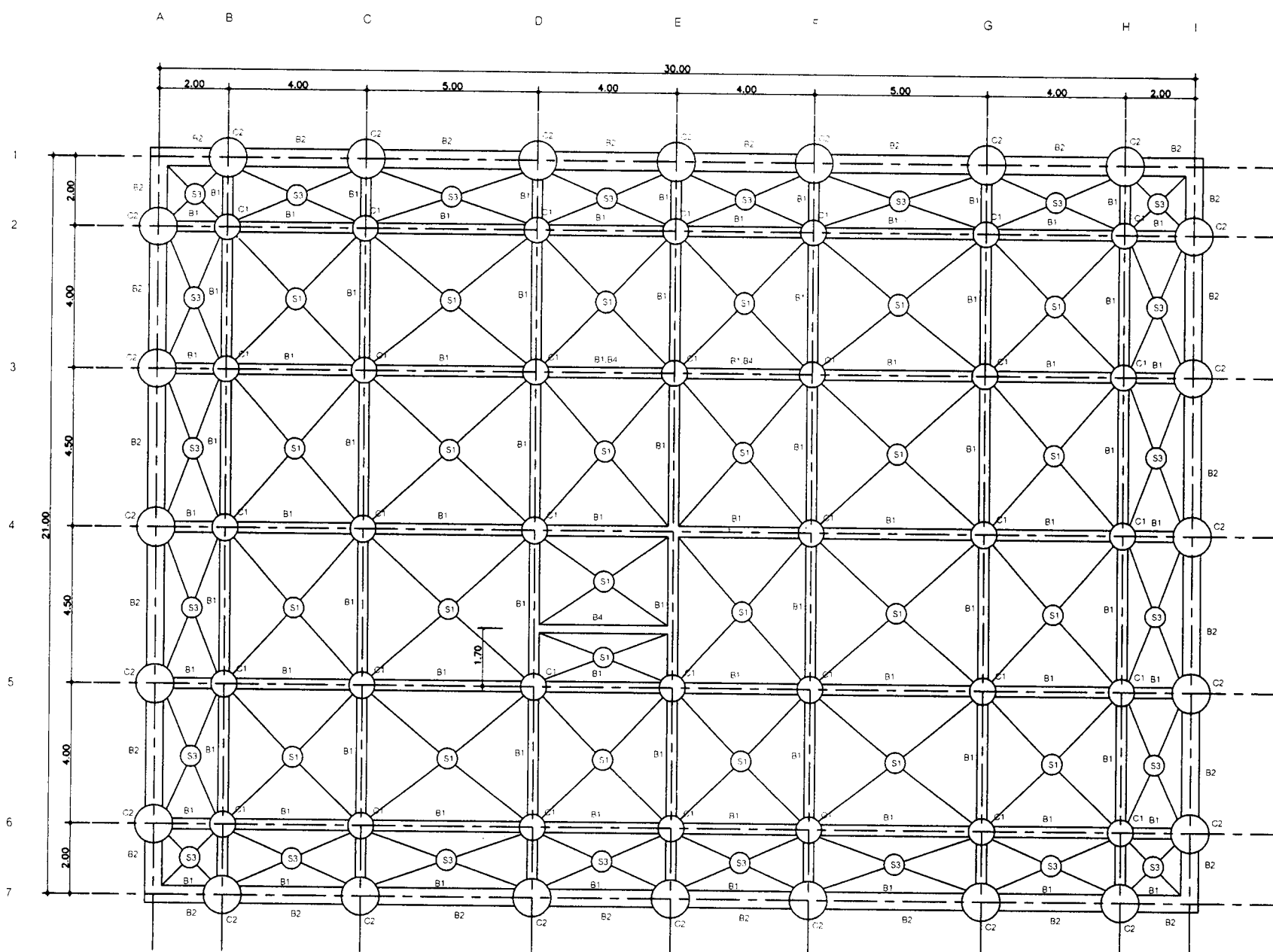
รูปด้าน 4
มาตราส่วน 1 : 100



รูปตัด ก - ก
 มาตรฐาน 1:100

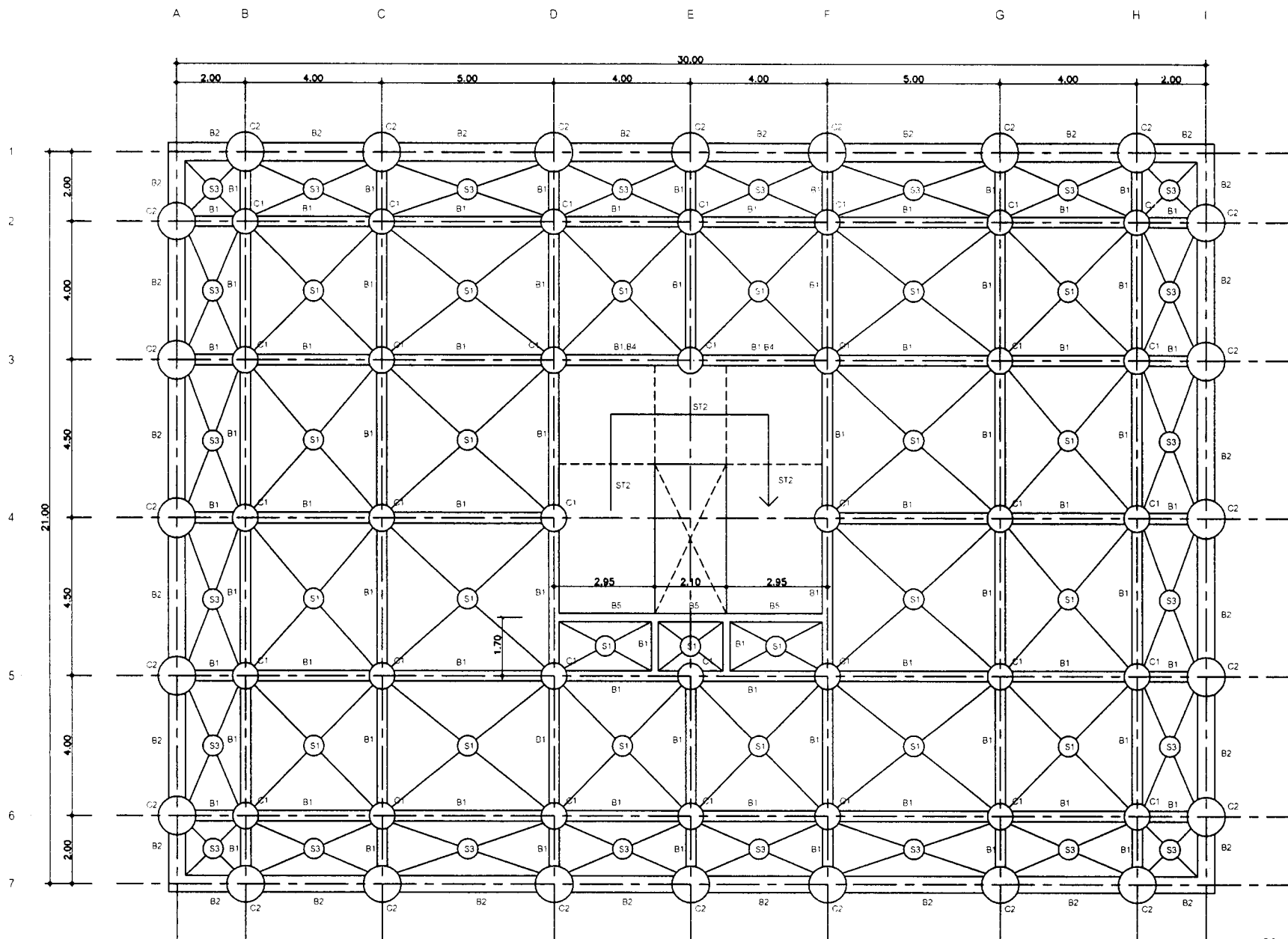


แปลนฐานราก



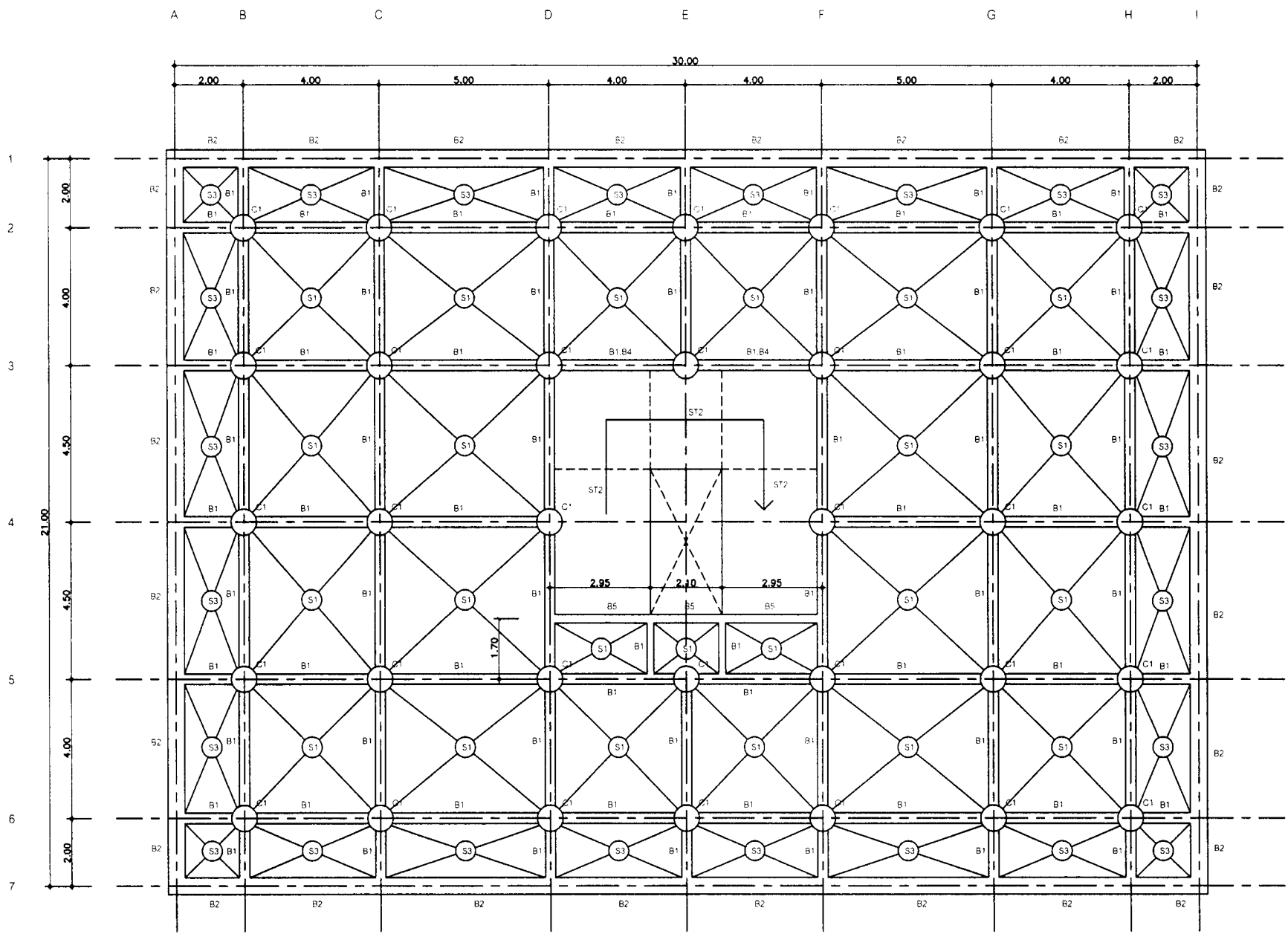
B4 อยู่ระดับเดียวกับชานพักชั้นใด

ผังคานชั้น 1

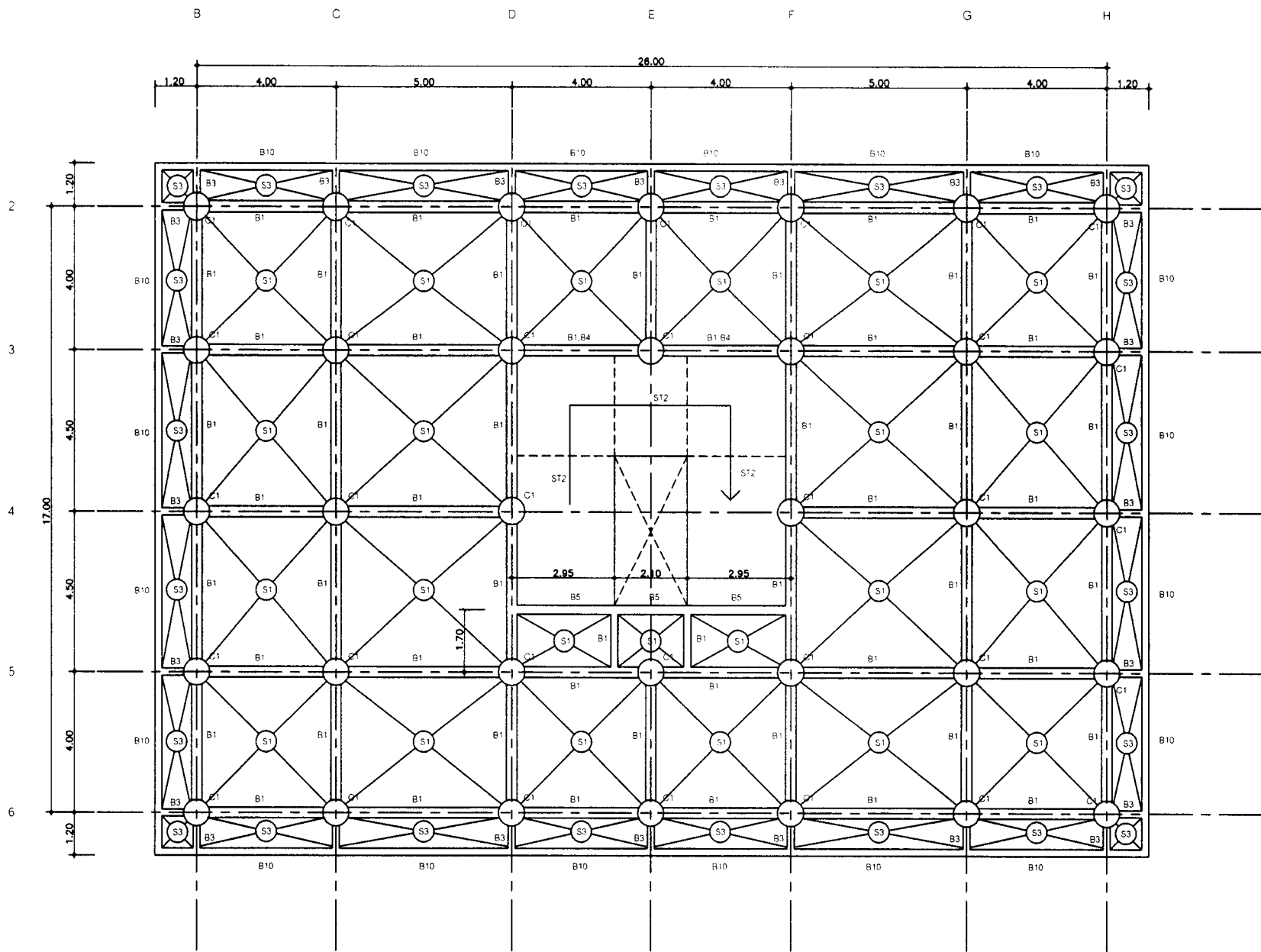


B4 อยู่ระดับเดียวกับชานพักบันได

ผังคานชั้น 2

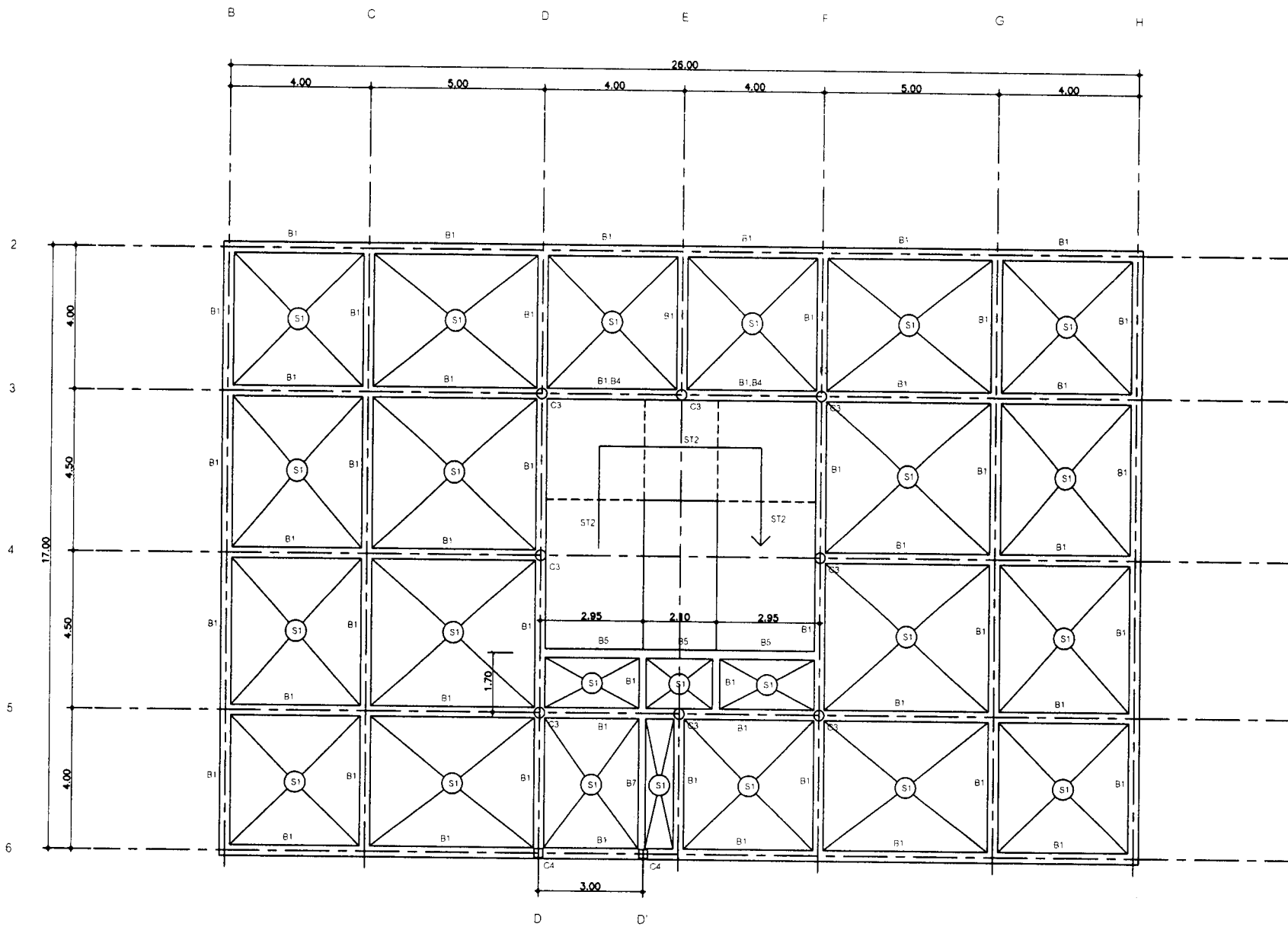


B4 อยู่ระดับเดียวกับงานพื้นชั้น 1 ผังคานชั้น 3



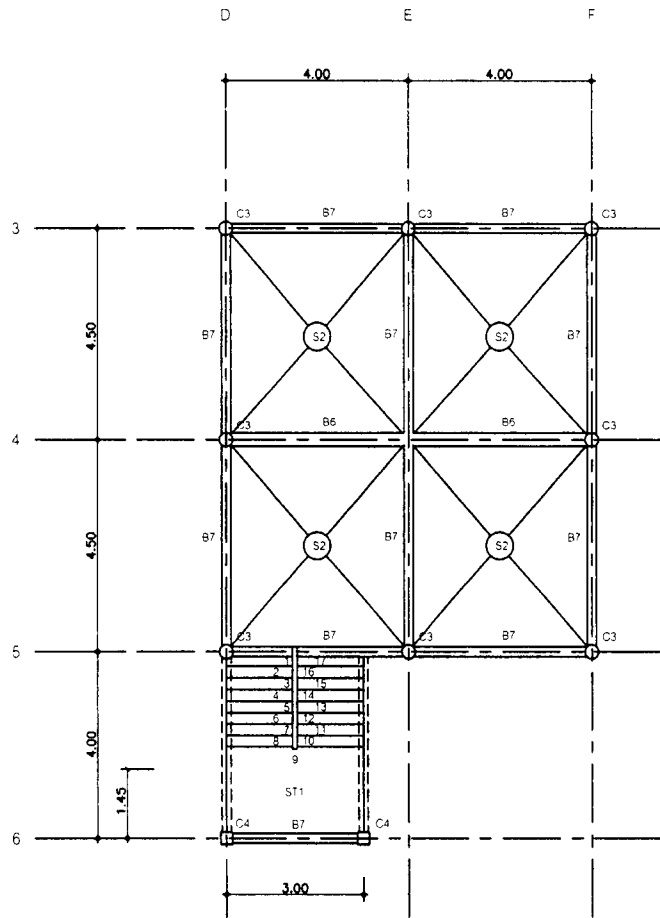
B4 อยู่ระดับเดียวกับชานพักบันได

ผังคานชั้น 4

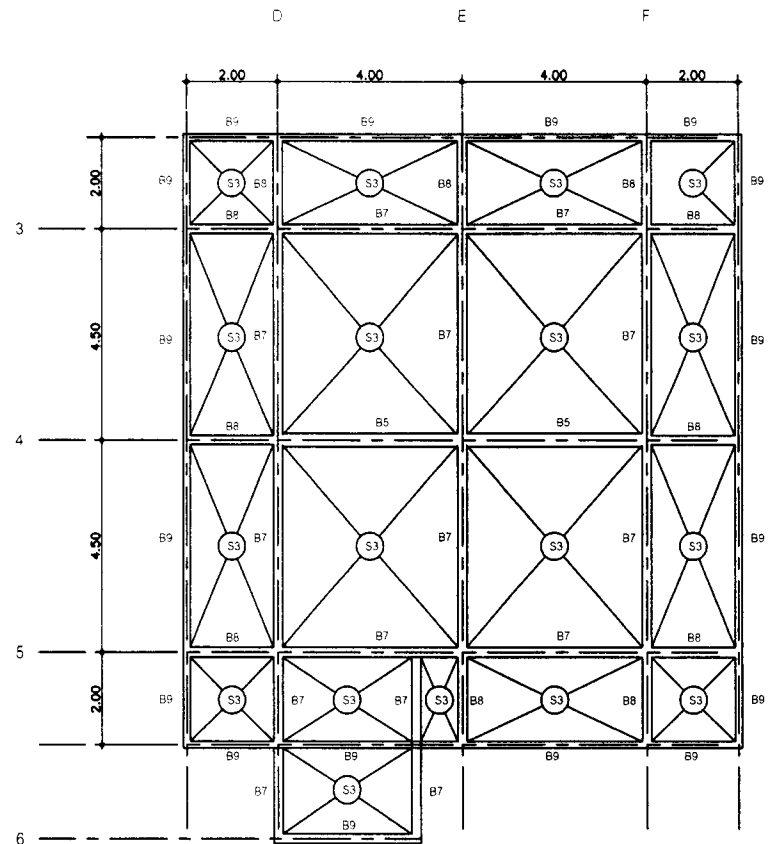


B4 อยู่ระดับเดียวกับโถงบันได

ผังคานชั้น 5

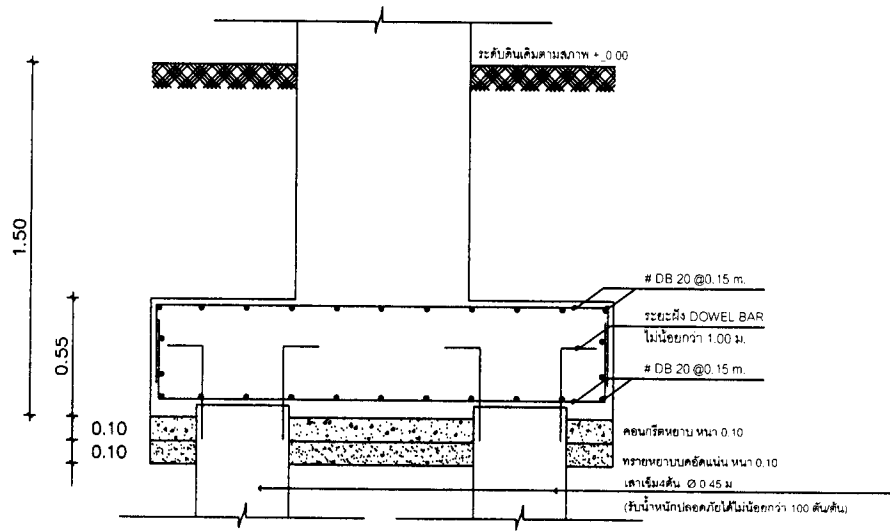
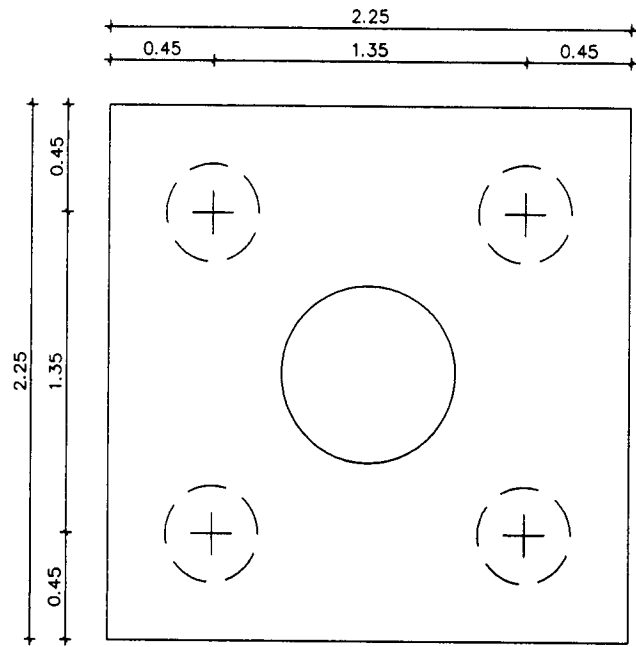


ผังคานชั้นหอสังเกตการณ์



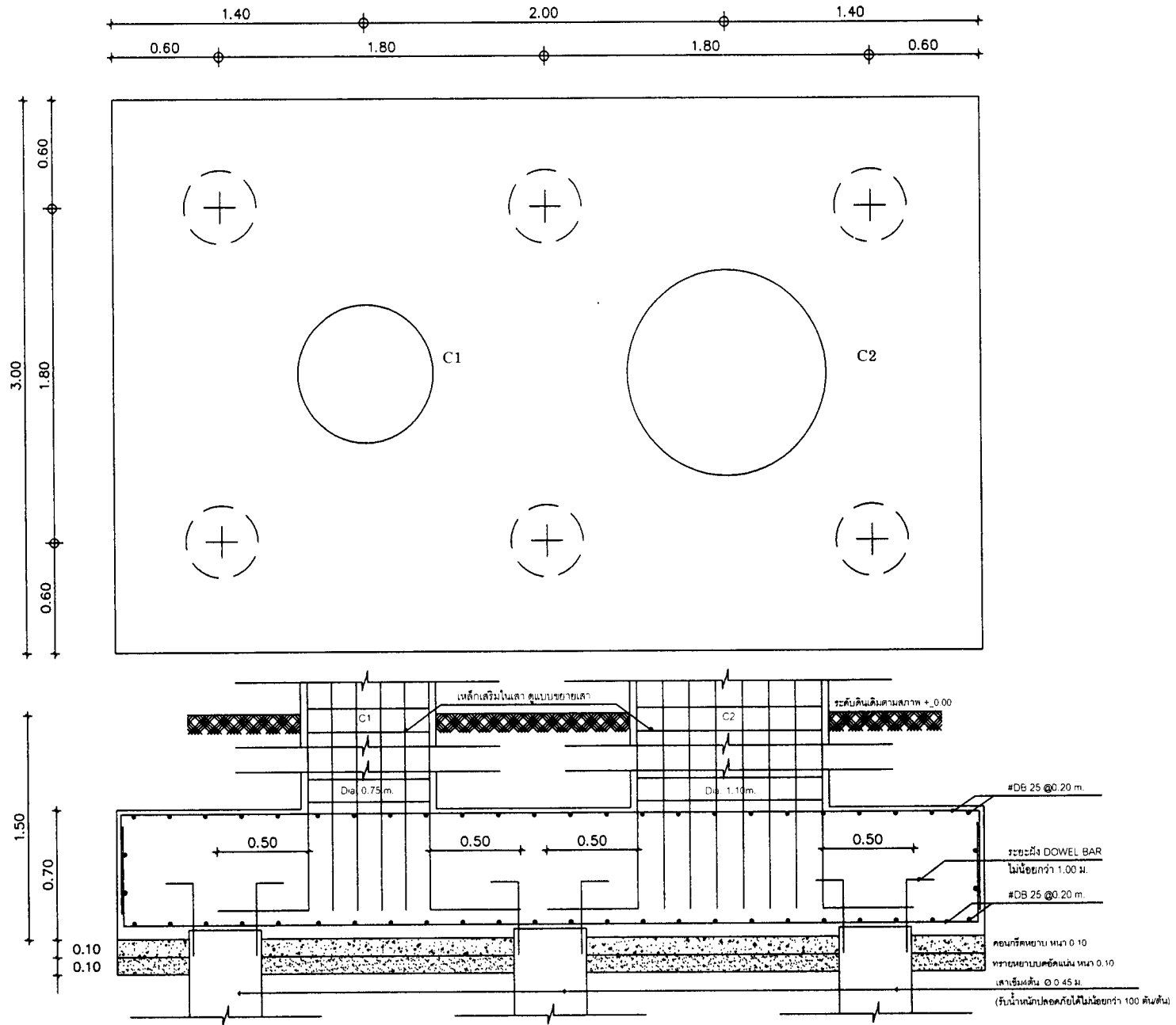
ผังคานหลังคาหอสังเกตการณ์

แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก



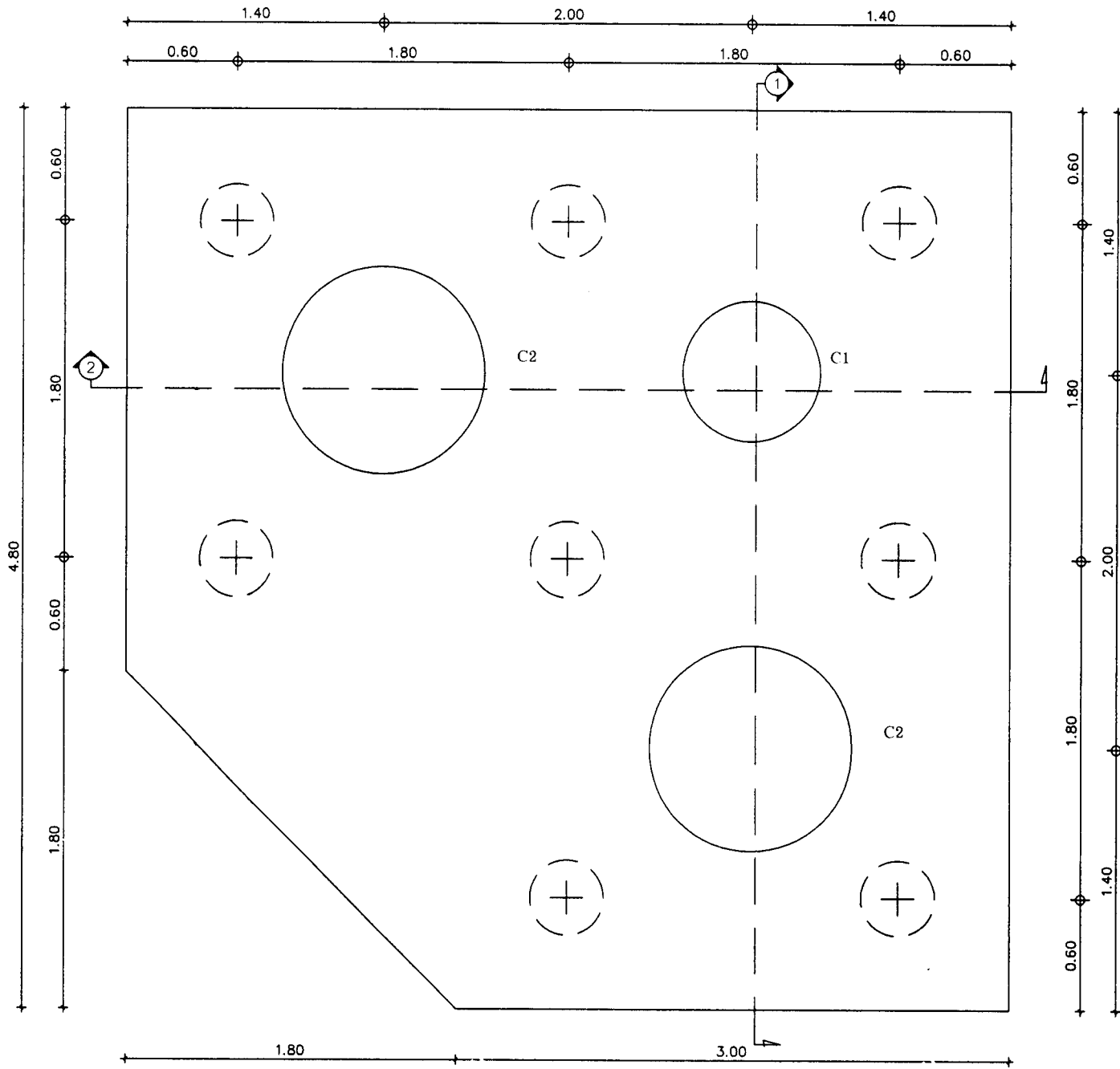
F1 (2.25 x 2.25)

แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก

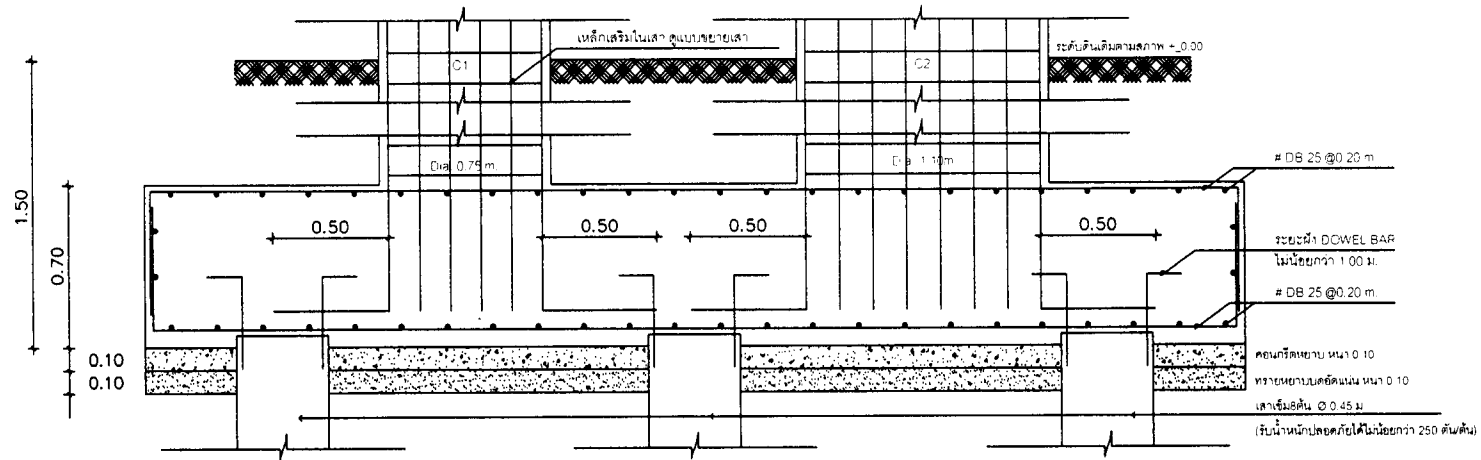


F2 (4.80 x 3.00)

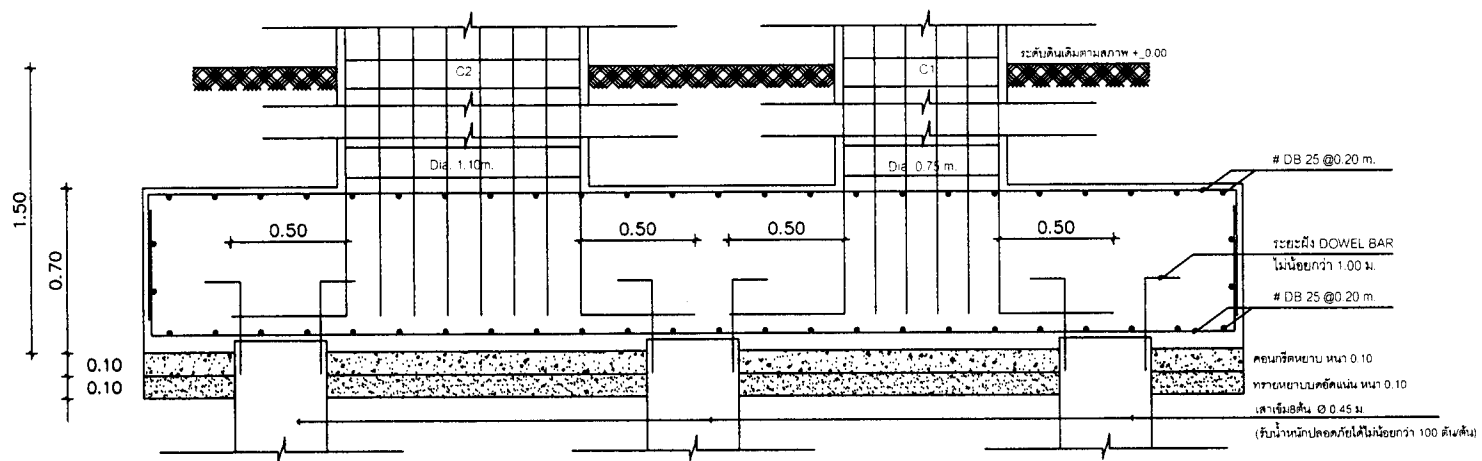
แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก



แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก



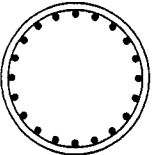
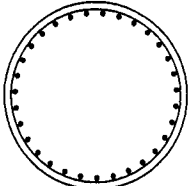
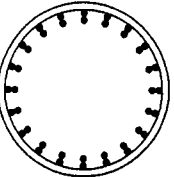
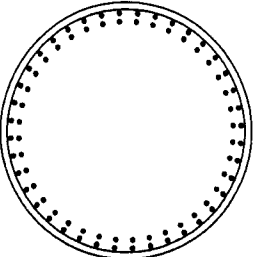


F3 Section 1

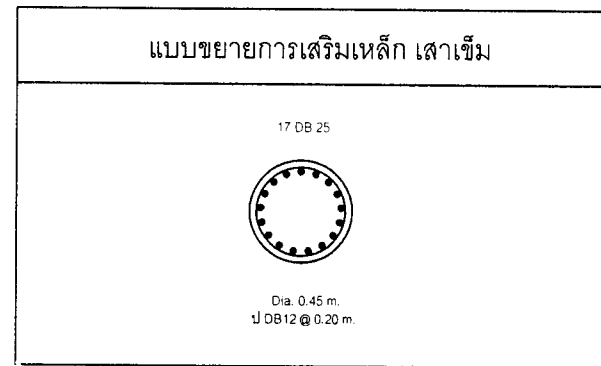


F3 Section 2

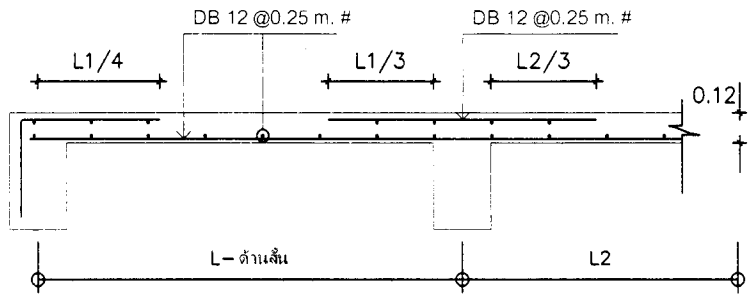
แบบขยายการเสริมเหล็ก เส้า

	C1	C2	C3	C4
หอสังเกตการณ์			7 DB 16  Dia. 0.30 m. 1P RB9 @ 0.20 m.	3 DB 12  3.25 x 3.25 m. 1P RB5 @ 0.20 m.
เส้าชั้น 3-4	DITTO			
เส้าชั้น 2	DITTO	DITTO		
เส้าชั้น 1	20 DB 25  Dia. 0.65 m. 2P DB12 @ 0.25 m.	32 DB 25  Dia. 0.80 m. 2P DB12 @ 0.25 m.		
ตอม่อ	40 DB 25  Dia. 0.75 m. 2P DB12 @ 0.20 m.	80 DB 25  Dia. 1.10 m. 2P DB12 @ 0.20 m.		

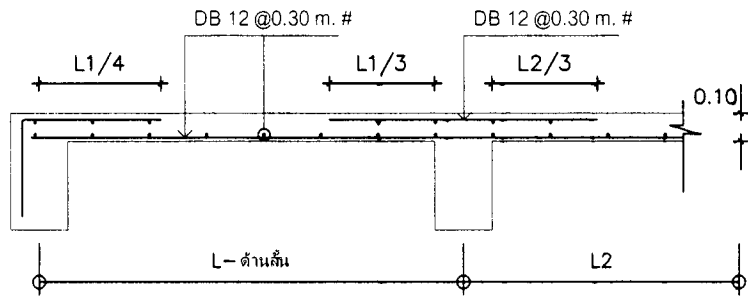
แบบขยายการเสริมเหล็ก เส้าเข็ม



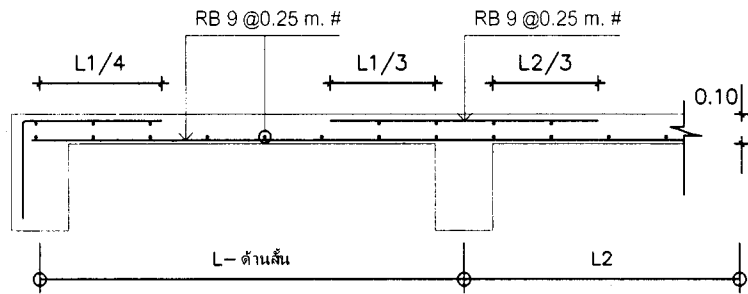
รายละเอียดของเหล็กเสริมในเส้าเข็มเปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติของชั้นดินที่คำนวณได้จากข้อมูลเจาะสำรวจดิน



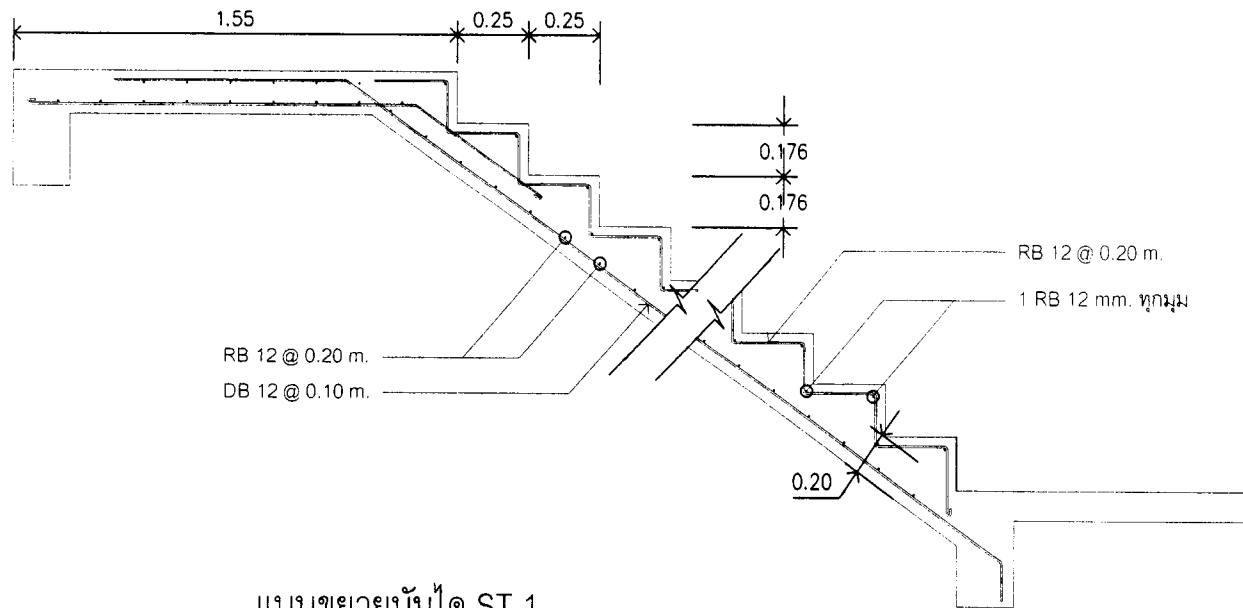
แบบขยายพื้น S1



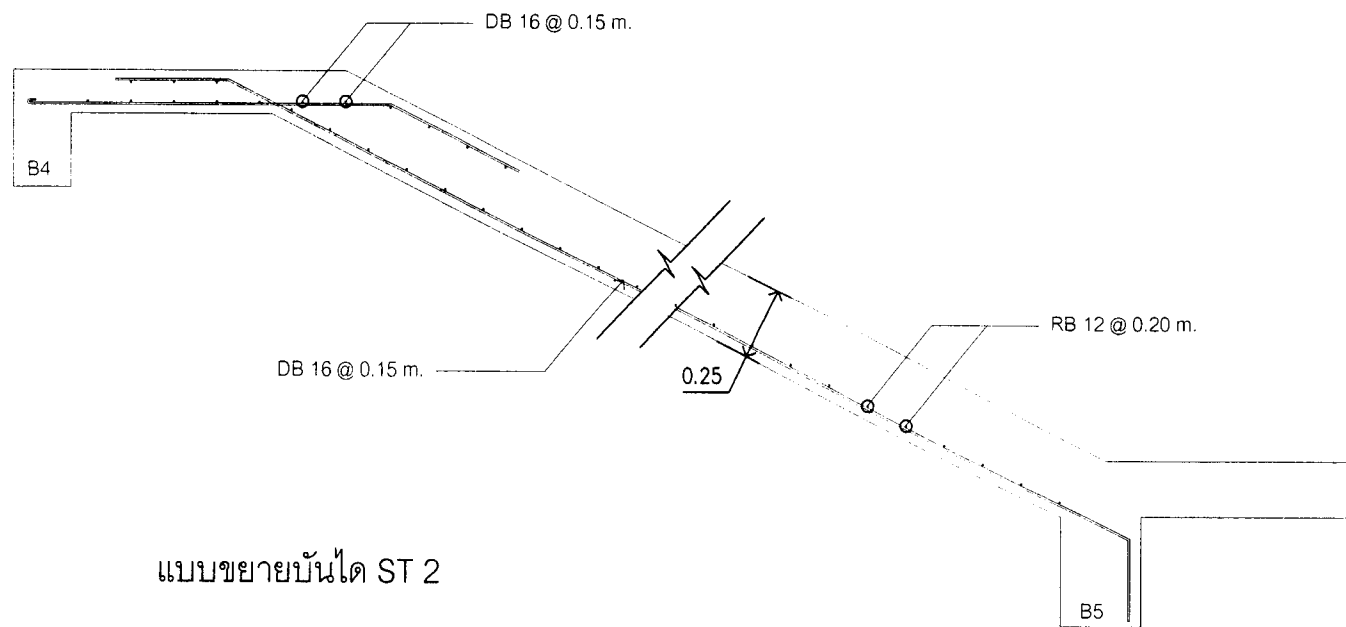
แบบขยายพื้น S2



แบบขยายพื้น S3



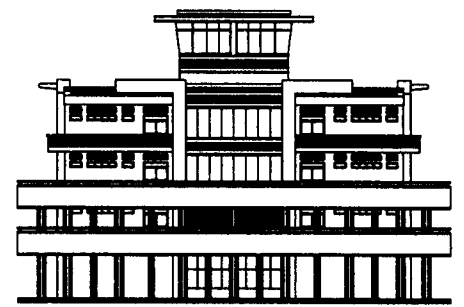
แบบขยายบันได ST 1



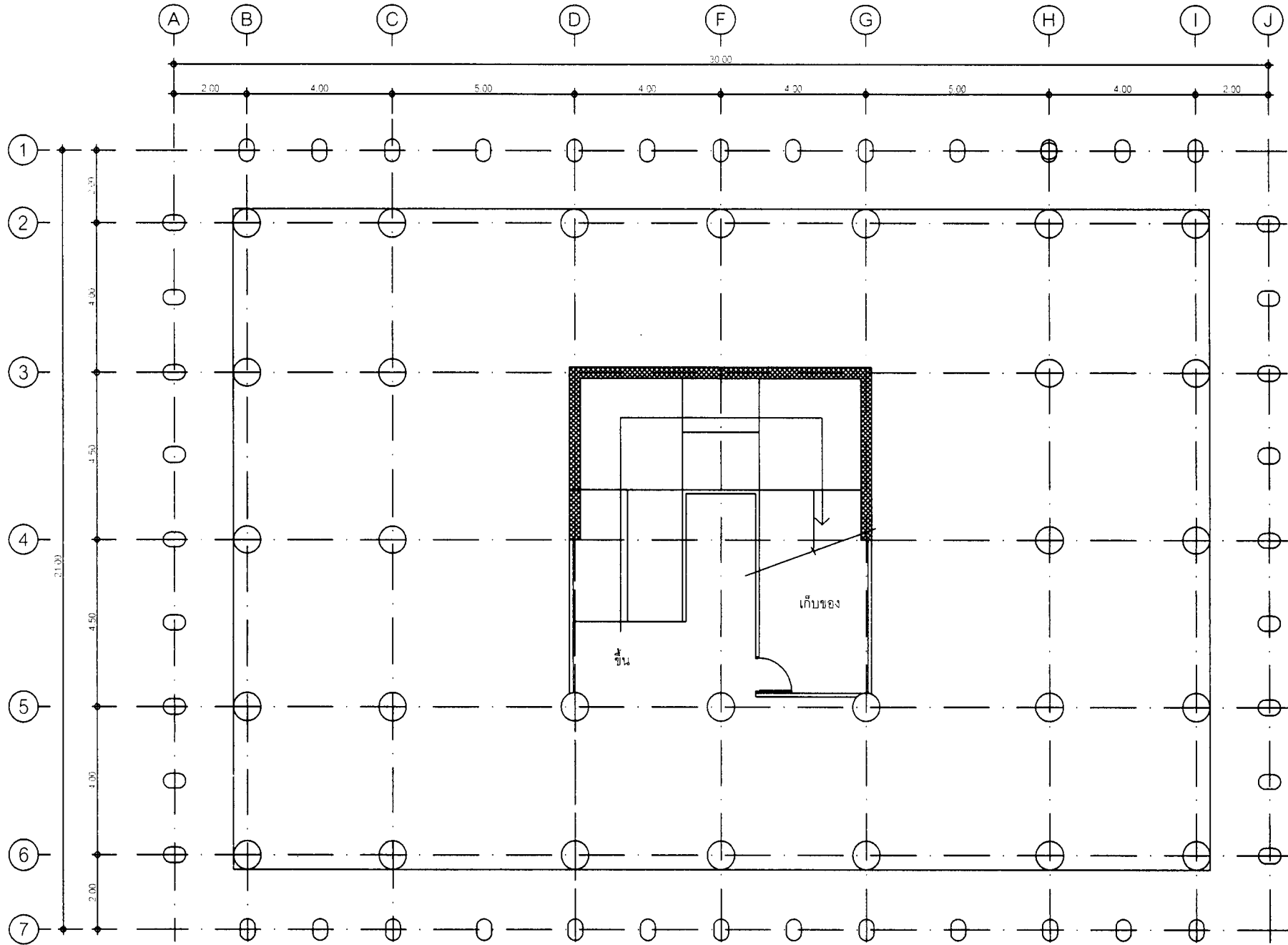
แบบขยายบันได ST 2

ภาคผนวก ค

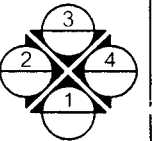
แบบรายละเอียดอาคารอพยพ B



อาคาร B

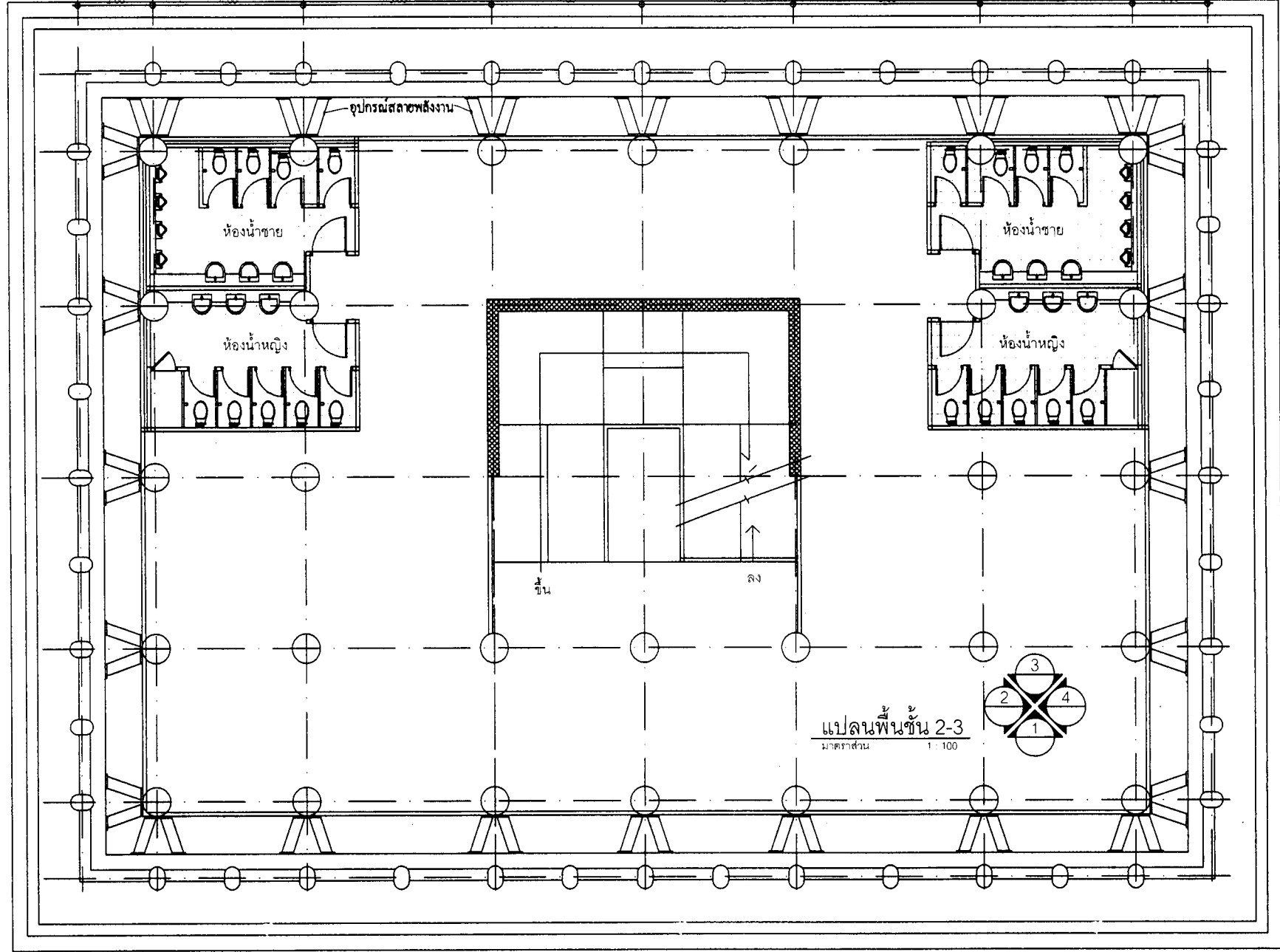


แปลนพื้นชั้น 1
มาตราส่วน 1:100

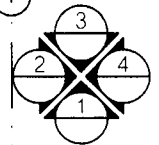


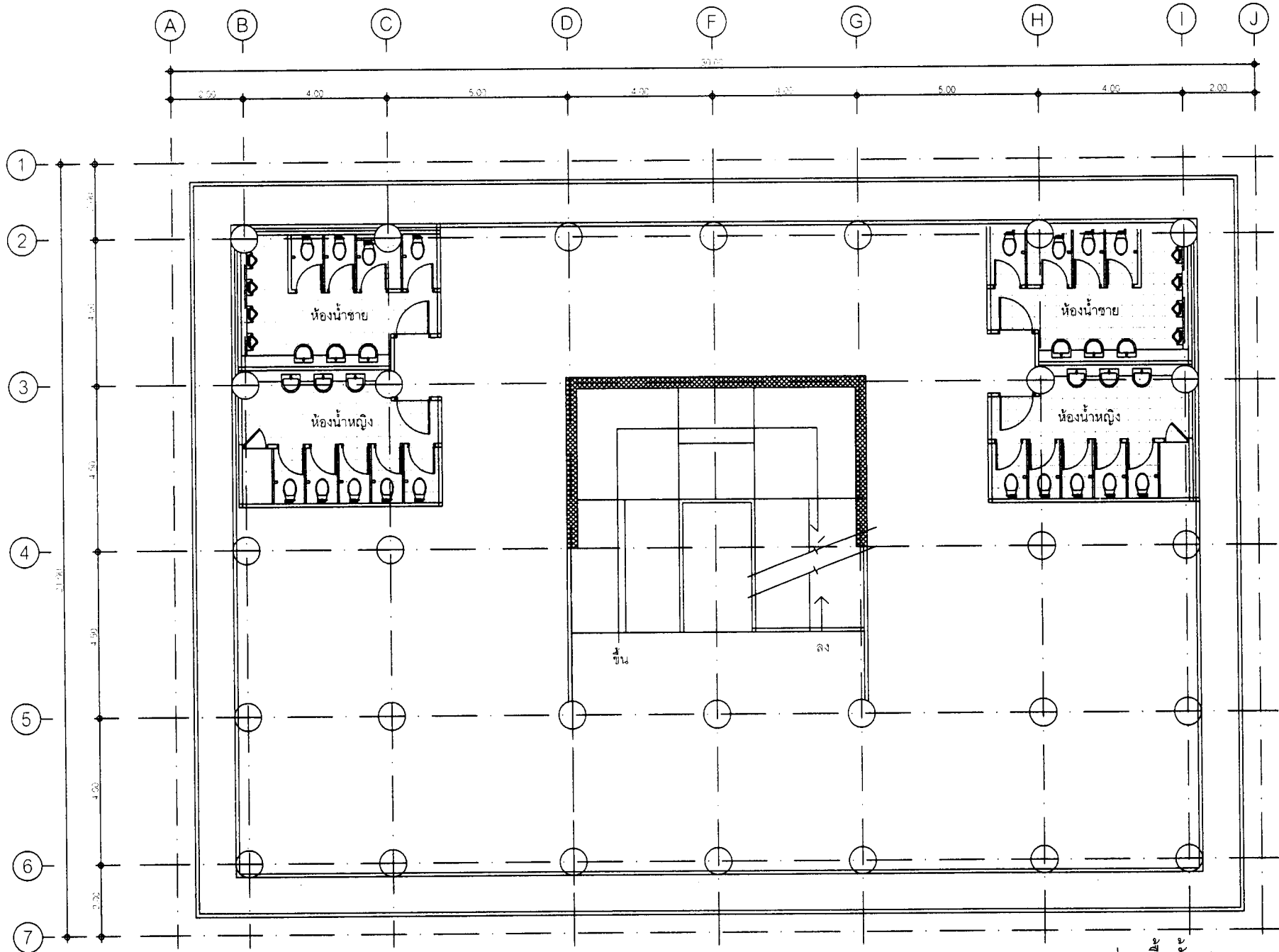
A B C D F G H I J
 3.00 4.00 6.00 4.00 1.00 6.00 1.00 2.00

1 2 3 4 5 6 7
 4.00 1.50 1.50 4.00 2.00

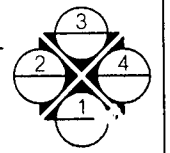


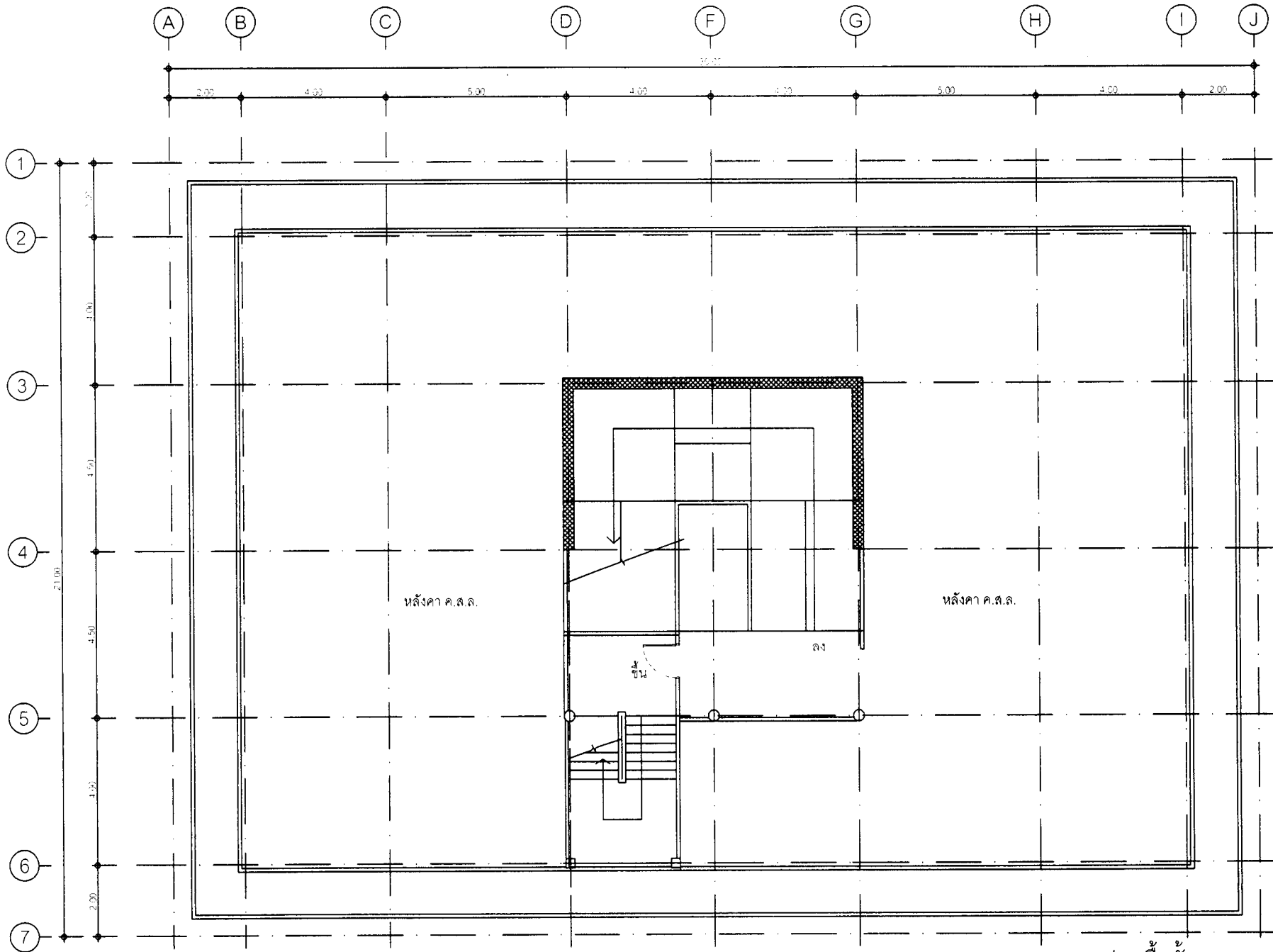
แปลนพื้นที่ 2-3
 มาตรฐาน 1:100



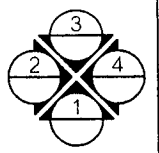


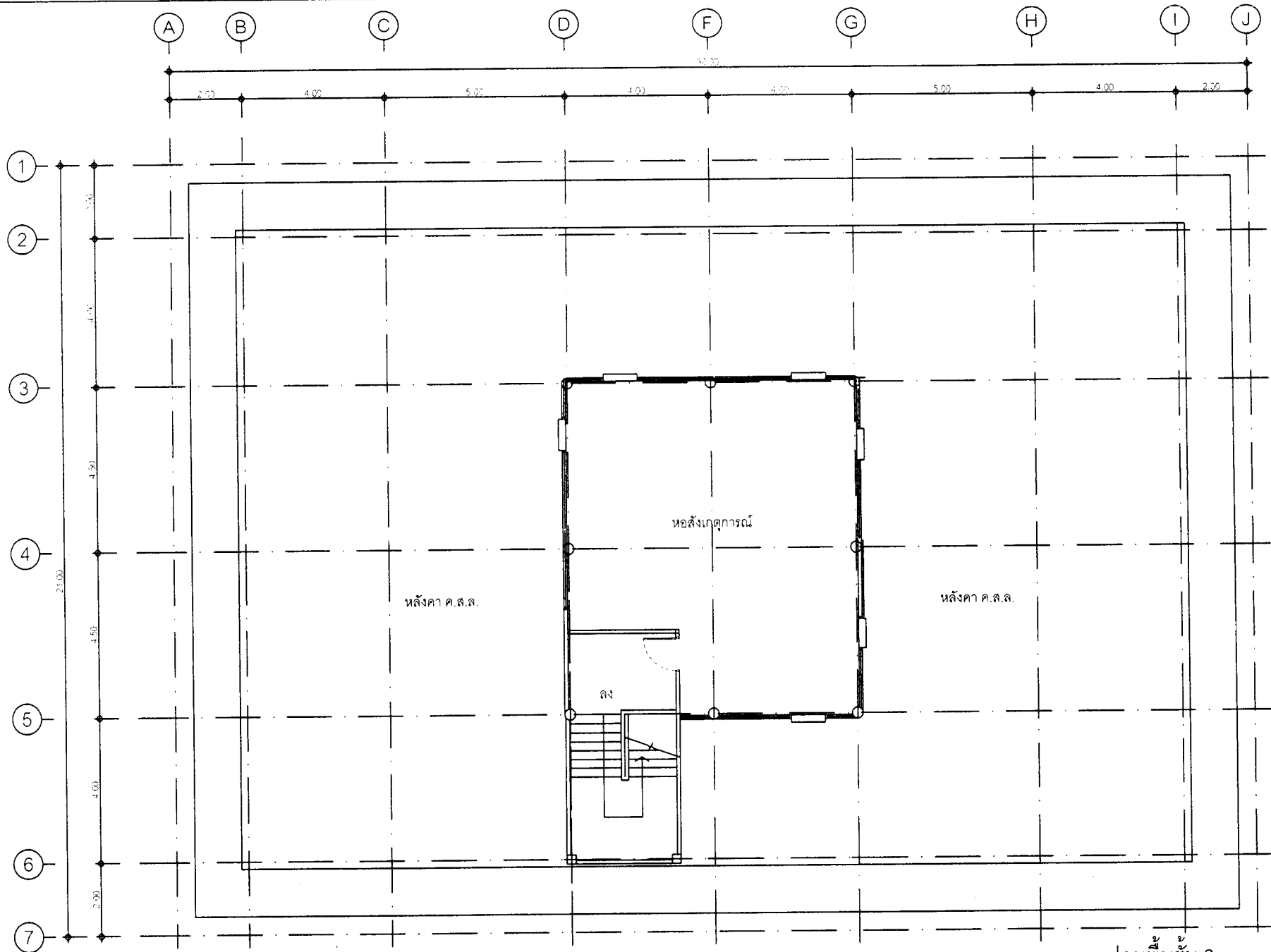
แปลนพื้นที่ชั้น 4
 มาตรฐาน 1 : 100



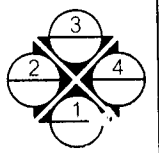


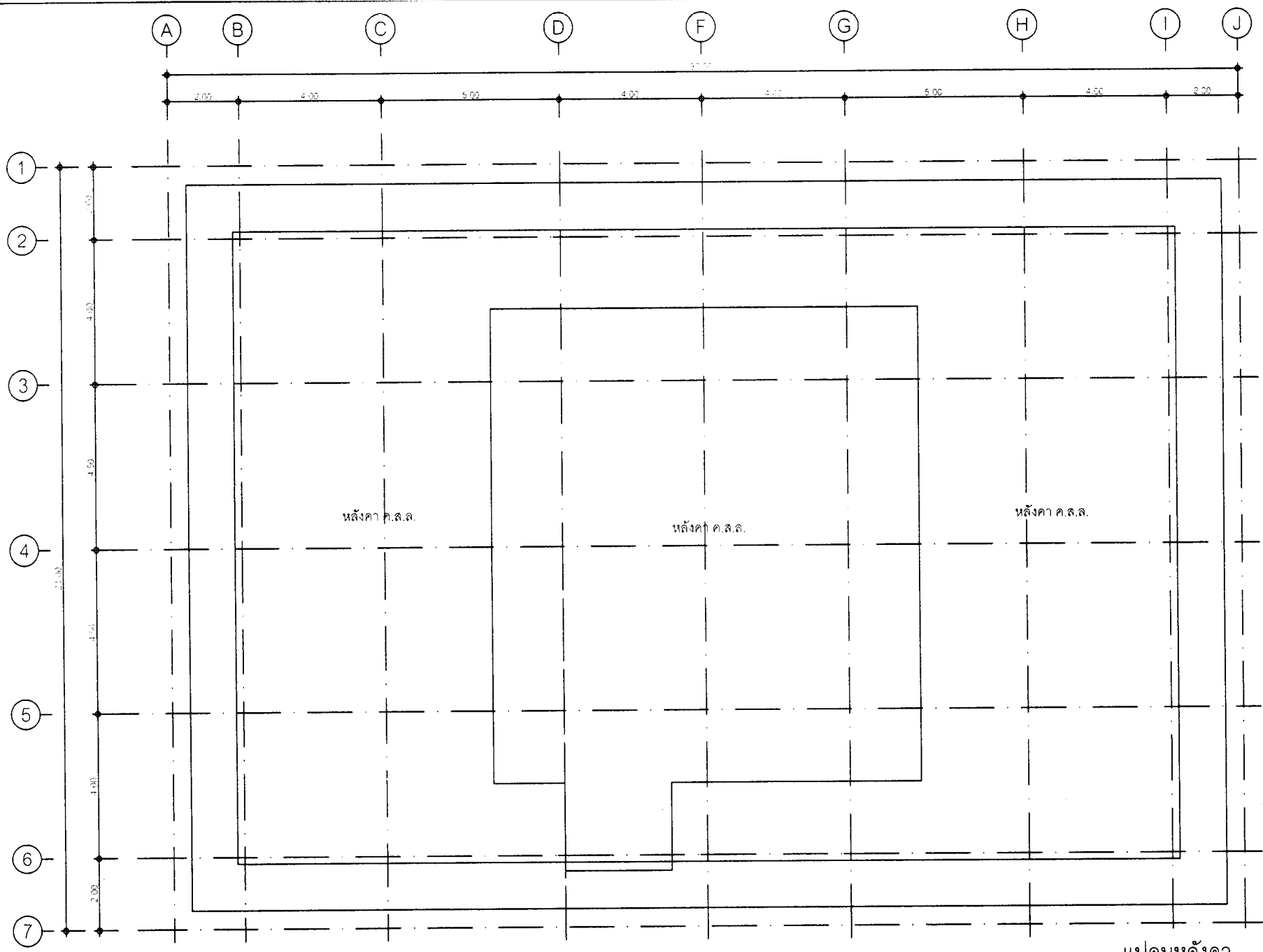
แปลนพื้นที่ 5
 มาตรฐาน: 1:100



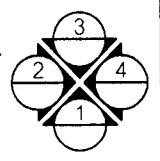


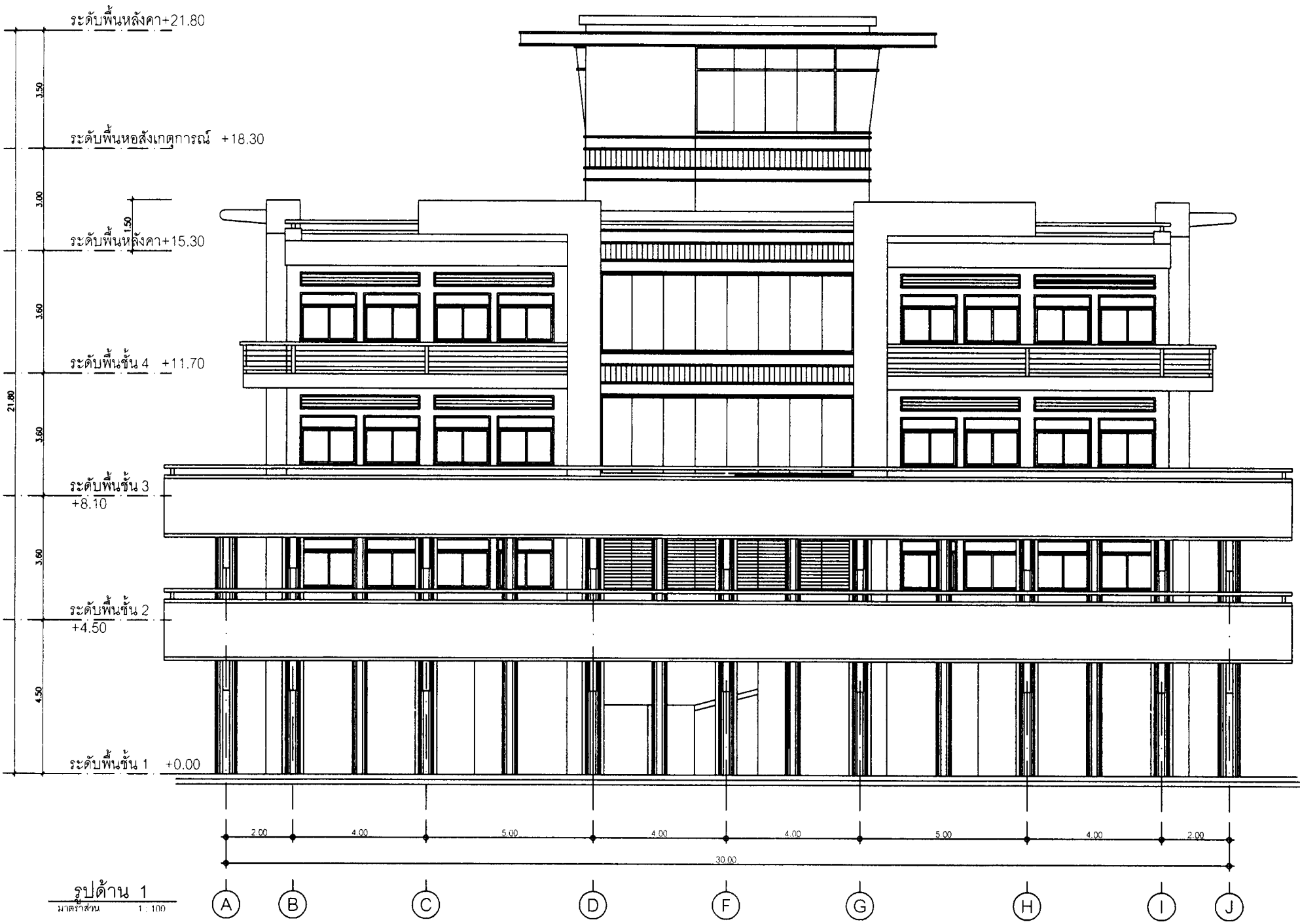
แปลนพื้นที่ 6
 มาตรฐาน 1 : 100



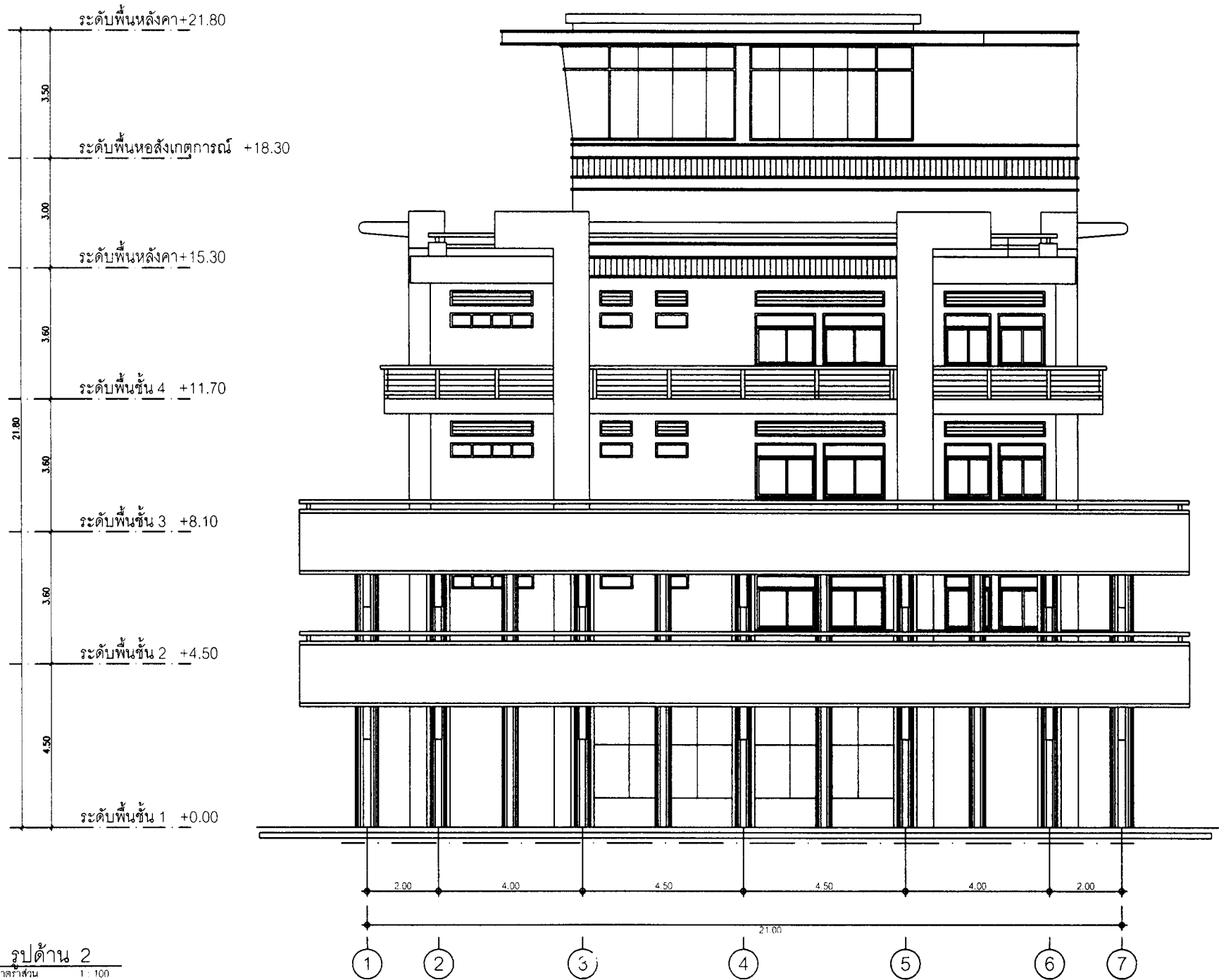


แปลนหลังคา
 หนา 10 ซม. 1 : 100





รูปด้าน 1
มาตราส่วน 1:100



รูปด้าน 2
 มาตรฐาน 1:100

ระดับพื้นหลังคา+21.80

ระดับพื้นหลังเหตุการณ์

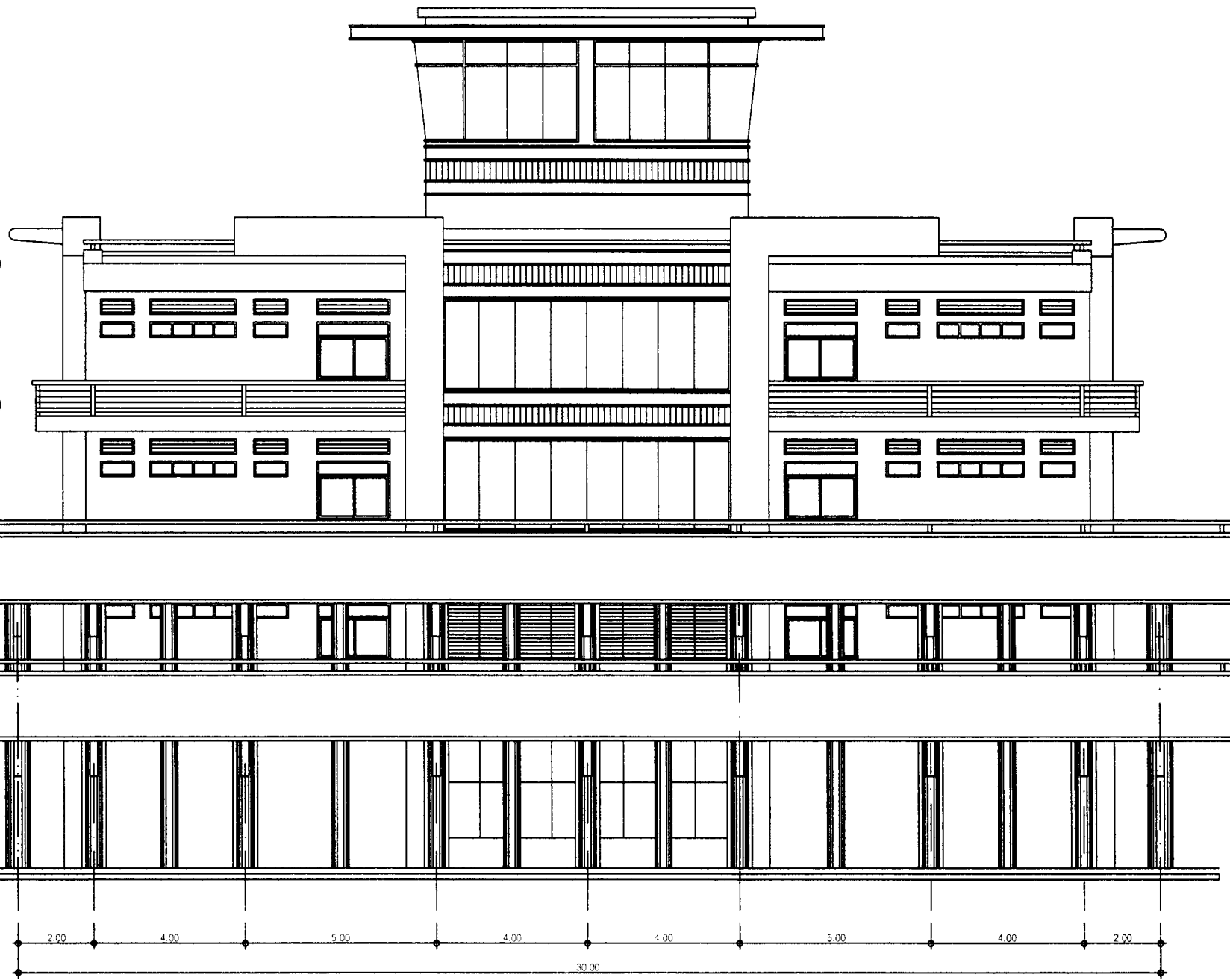
ระดับพื้นหลังคา +15.30

ระดับพื้นชั้น 4 +11.70

ระดับพื้นชั้น 3 +8.10

ระดับพื้นชั้น 2 +4.50

ระดับพื้นชั้น 1 +0.00

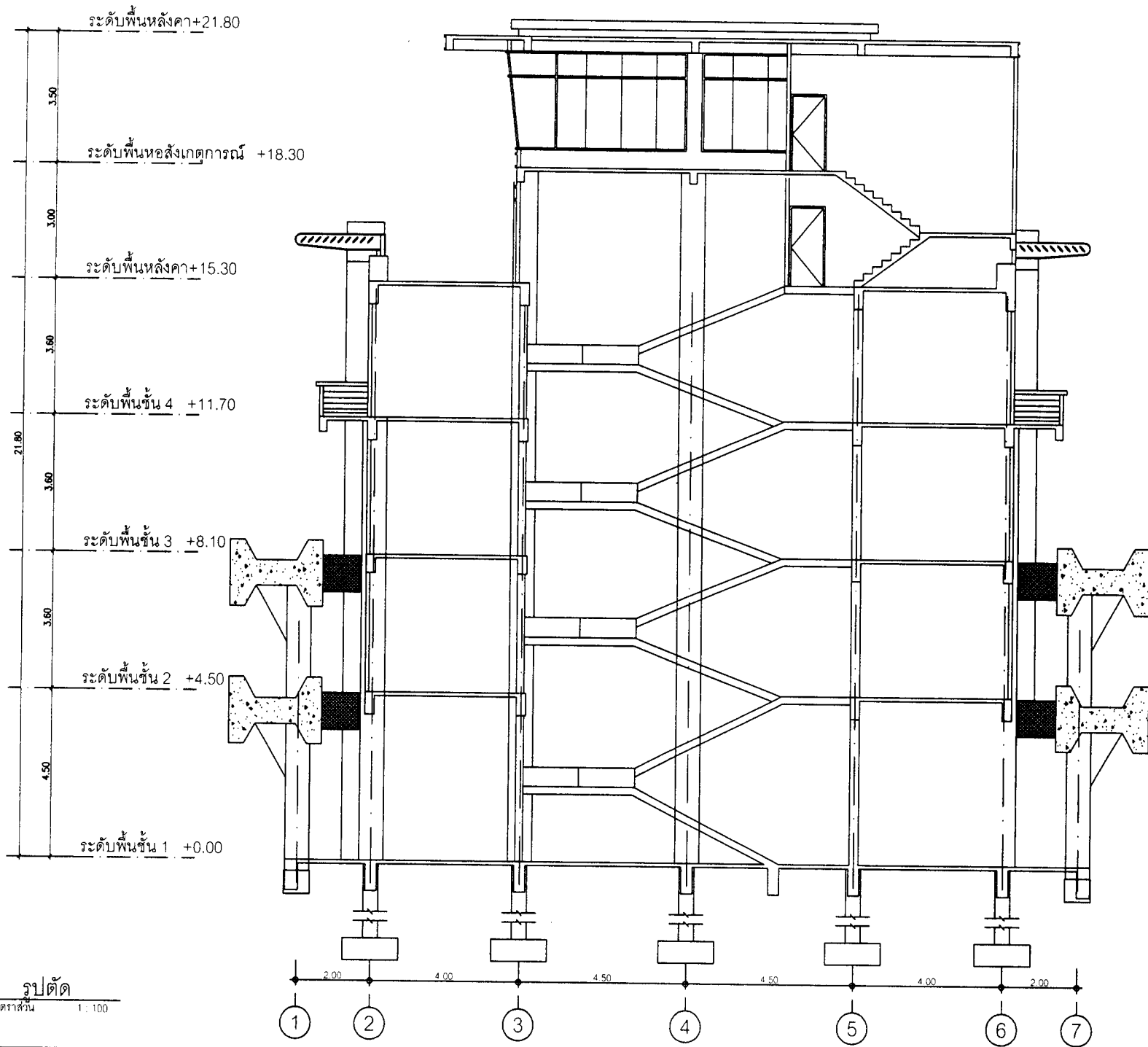


รูปด้าน ๒

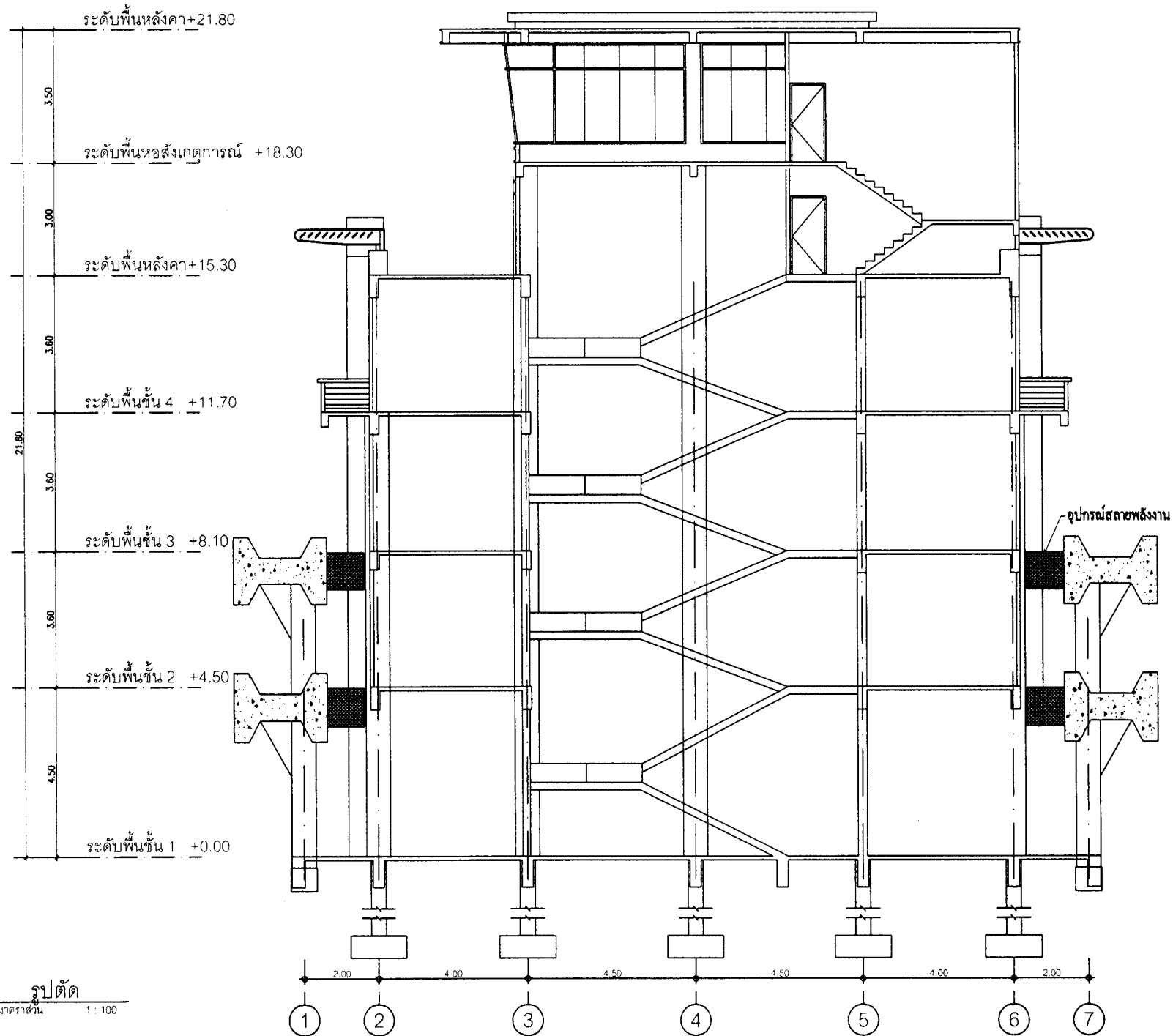
มาตราส่วน 1:100



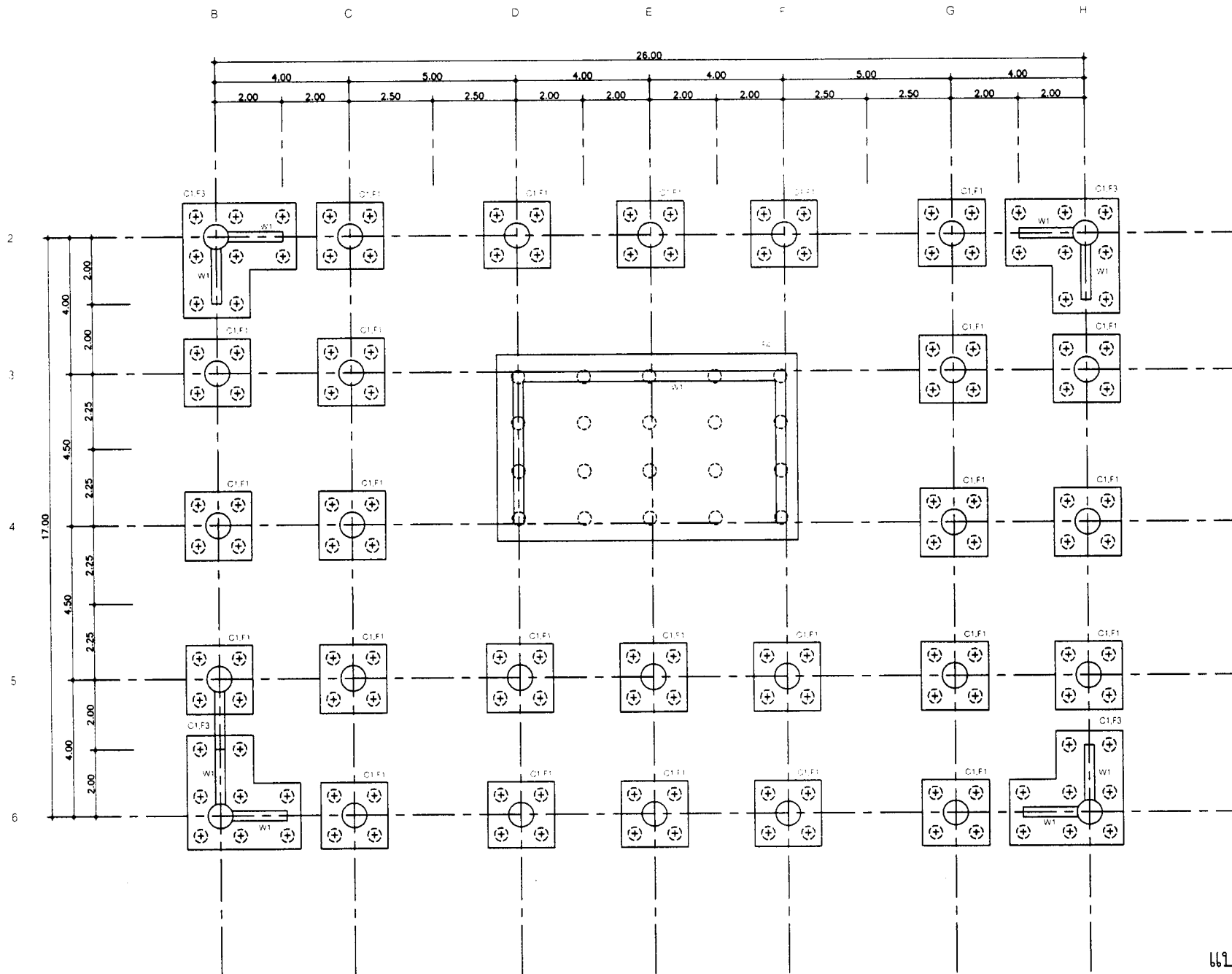
รูปด้าน 4
มาตราส่วน 1:100



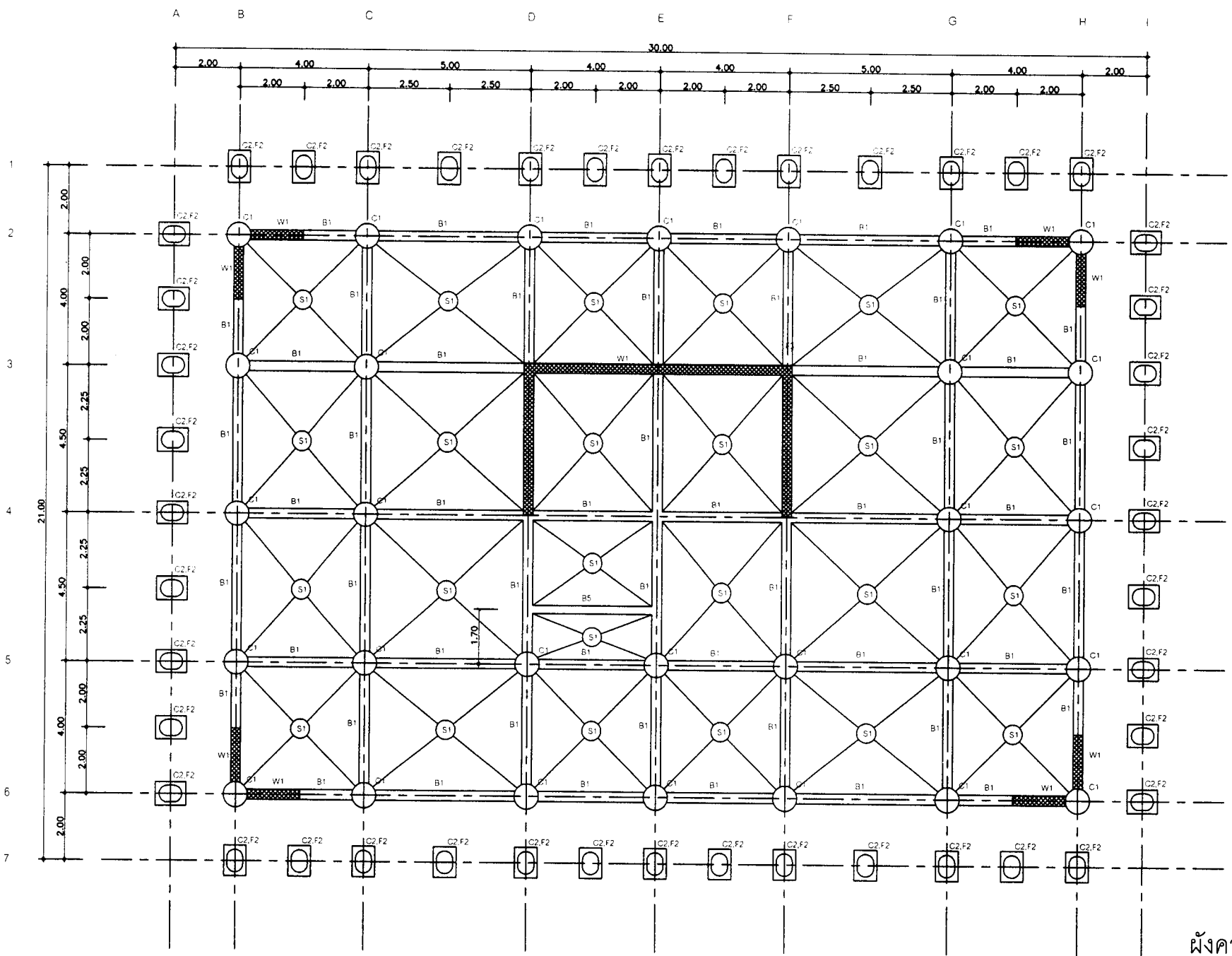
รูปตัด
 มาตรฐาน 1 : 100



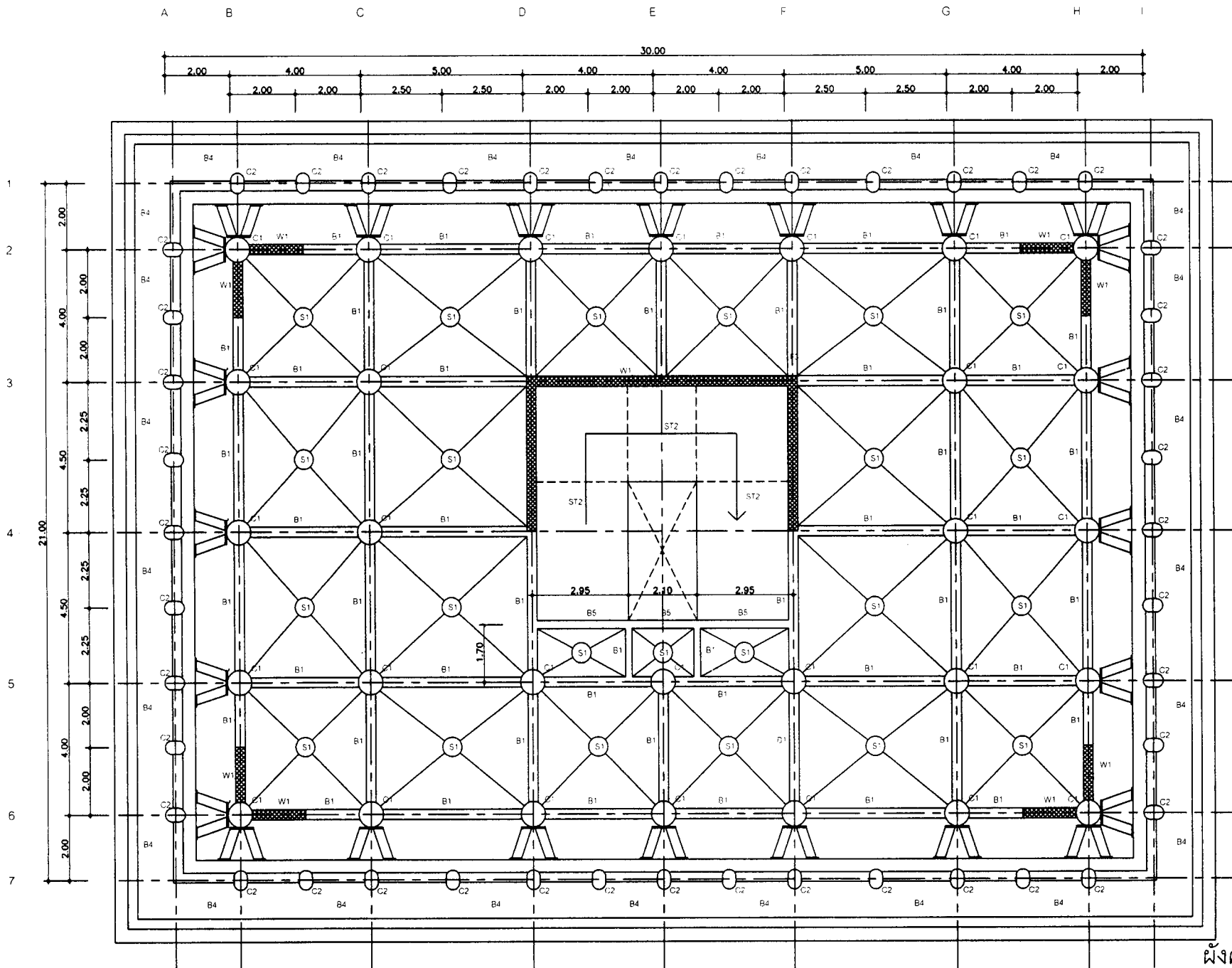
รูปตัด
มาตราส่วน 1 : 100



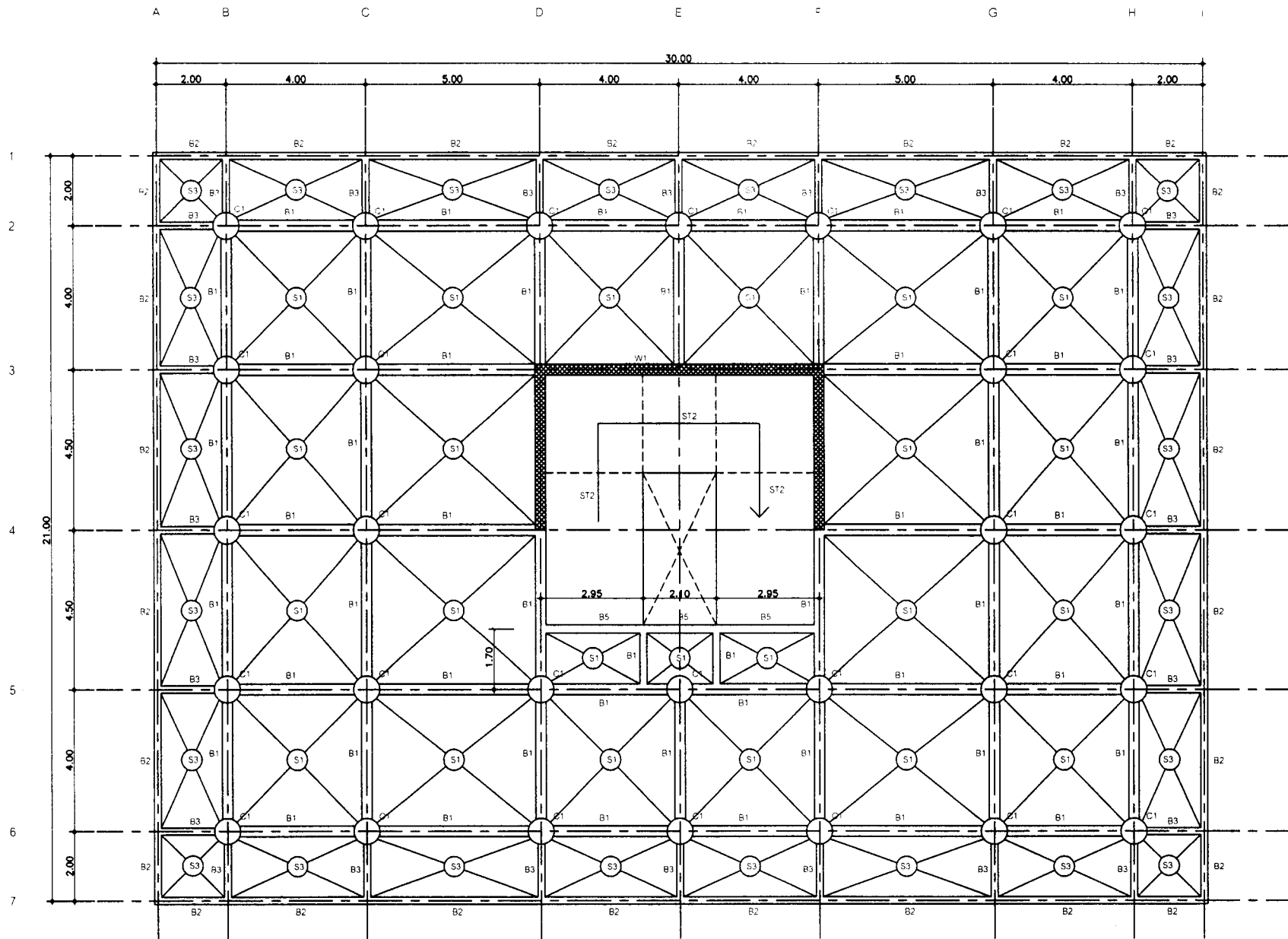
แปลนฐานราก



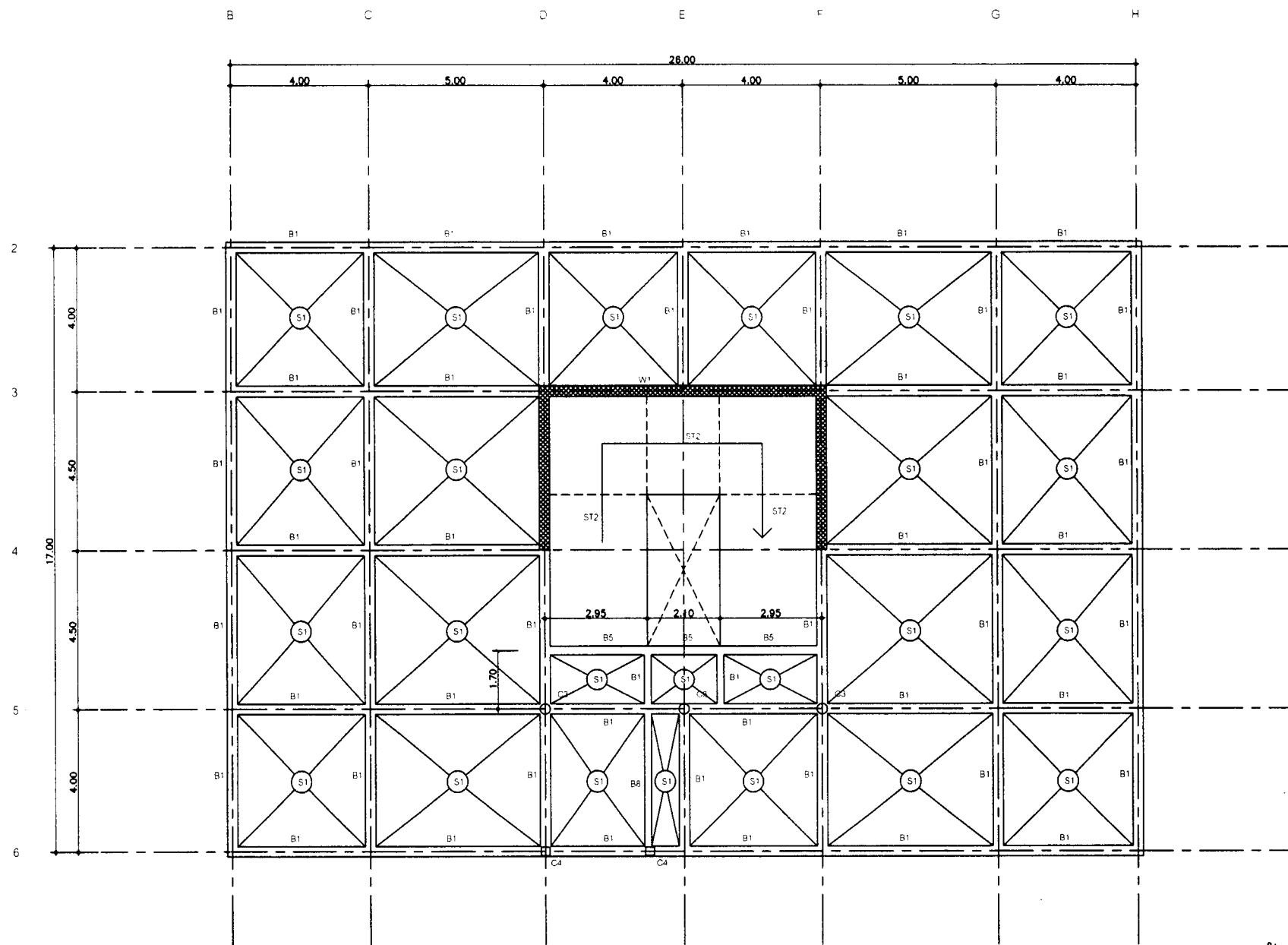
ผังคานชั้น 1



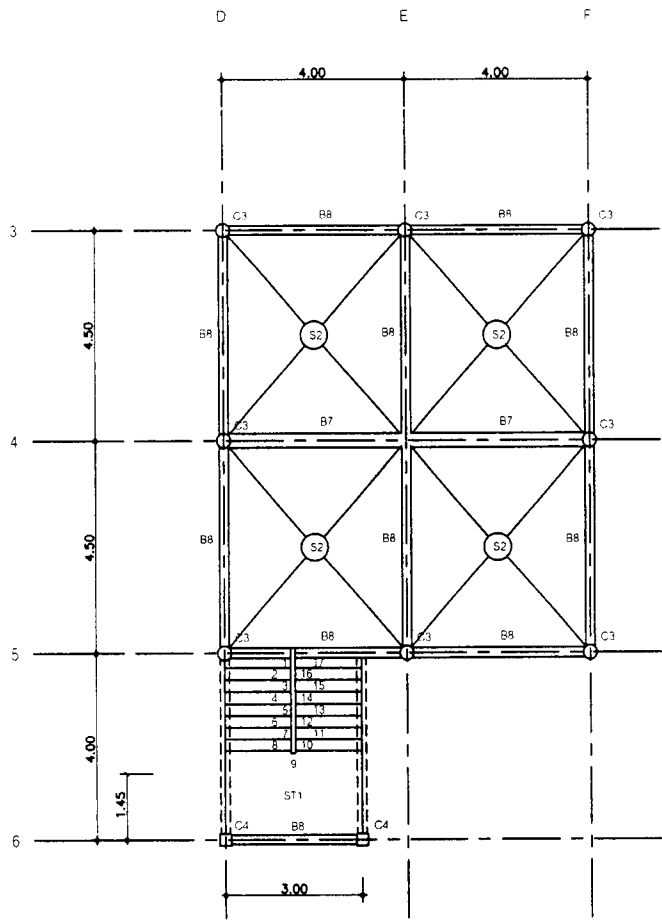
ผังคานชั้น 2



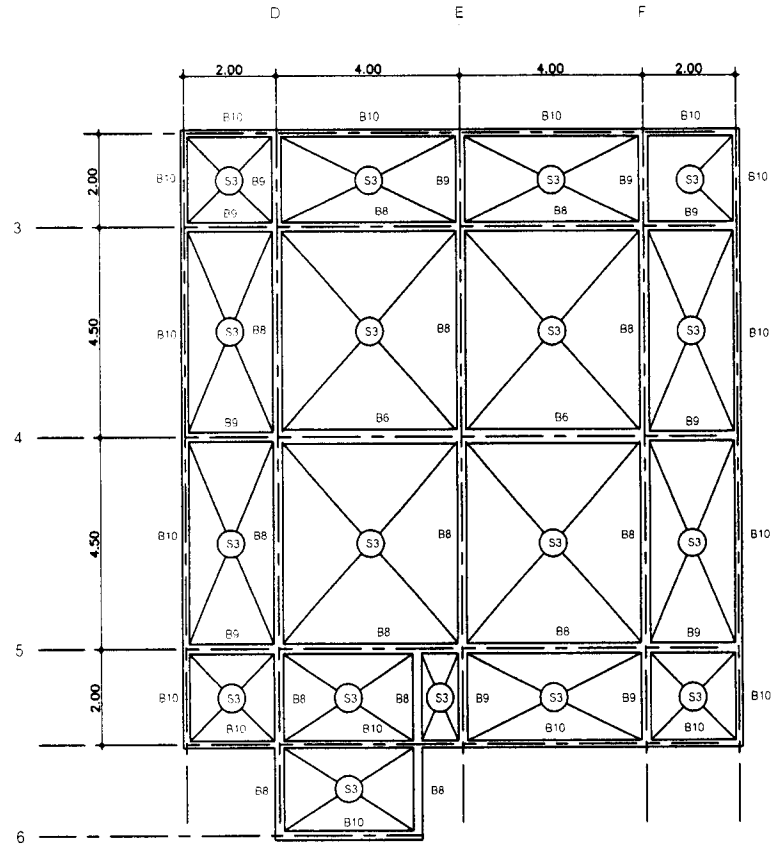
ผังคานชั้น 4



ผังคานชั้น 5

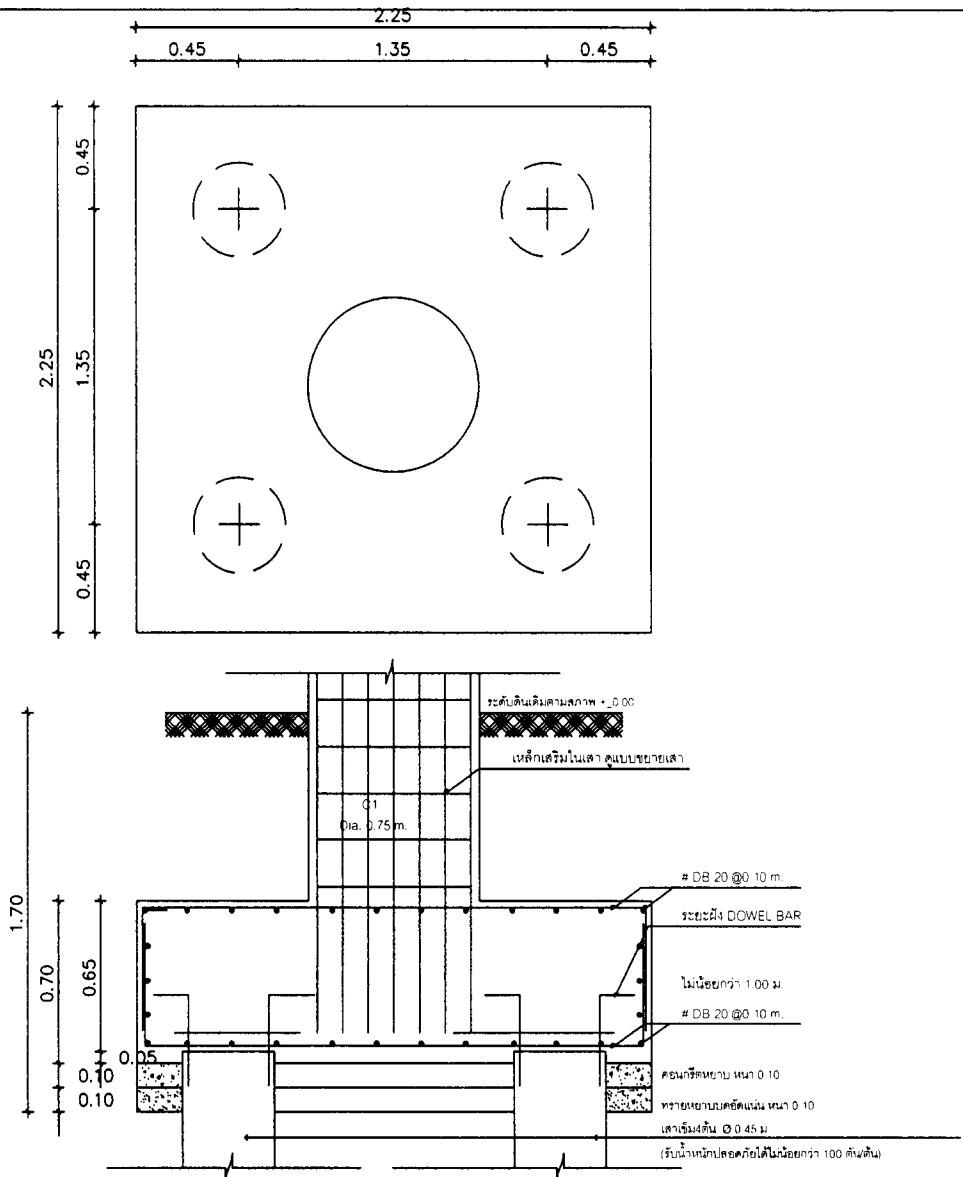


ผังคานชั้นหอสังเตุการณ์

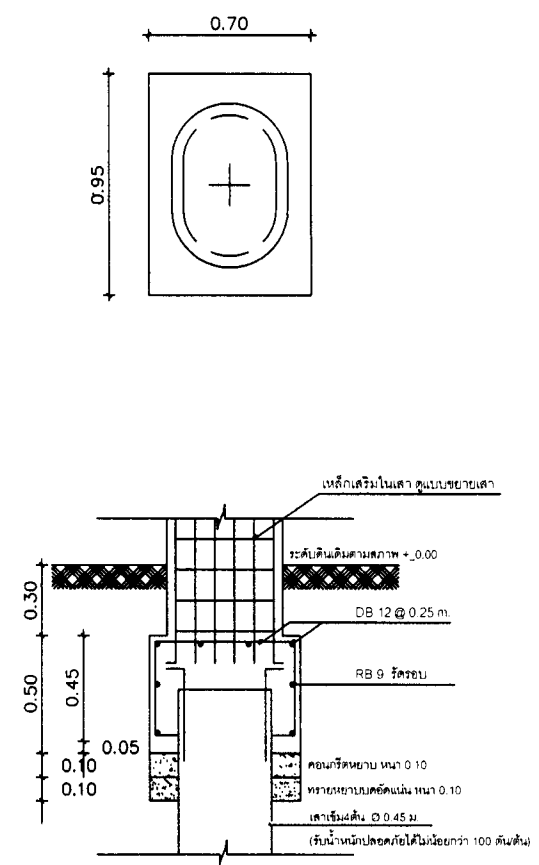


ผังคานหลังคาหอสังเตุการณ์

แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก

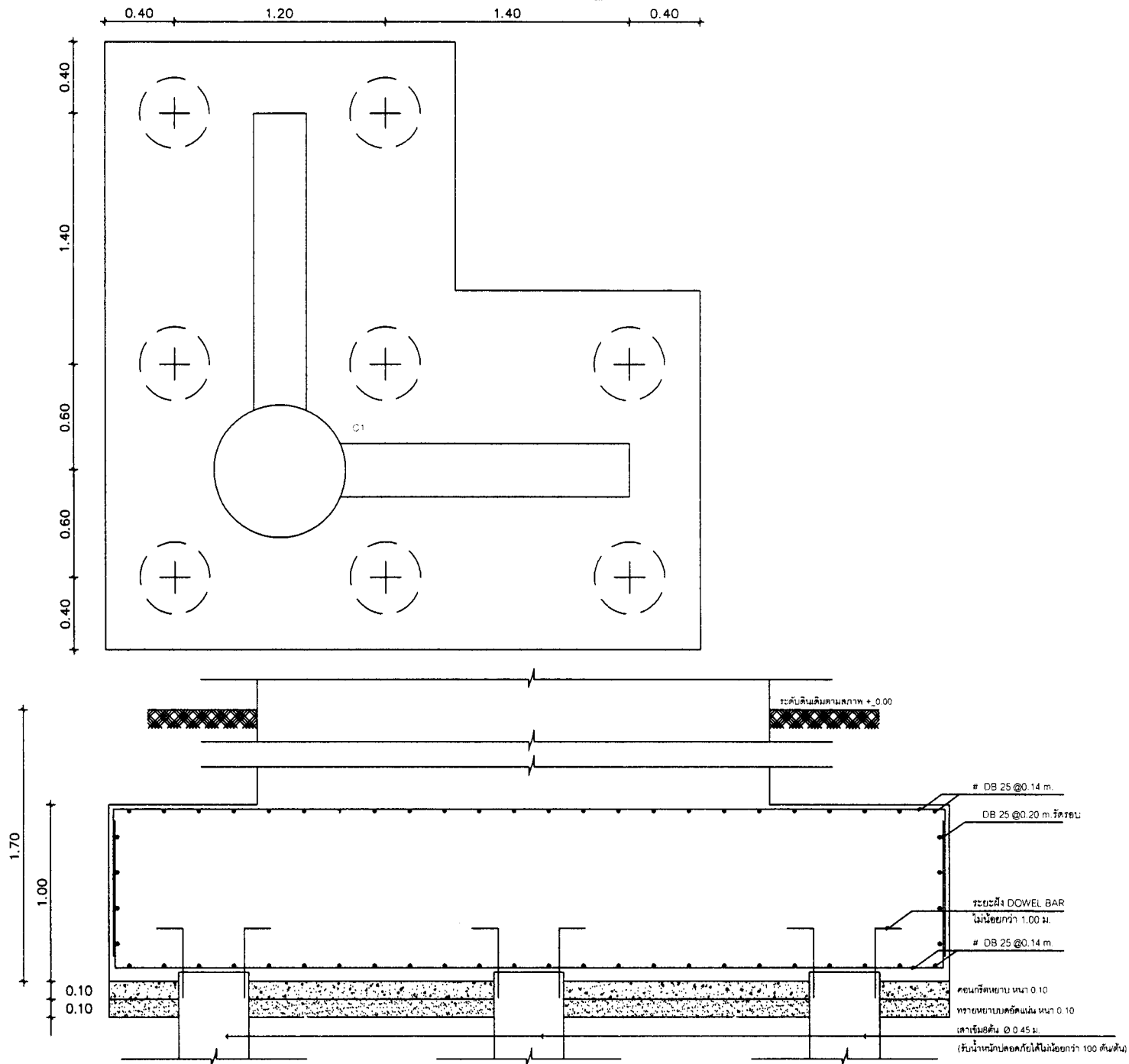


F1 (2.25 x 2.5)

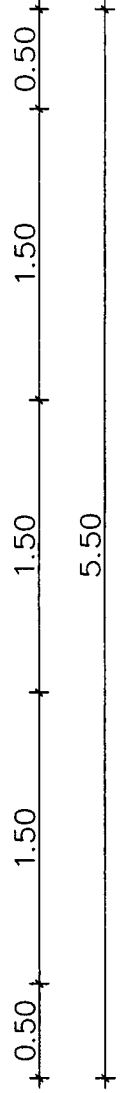
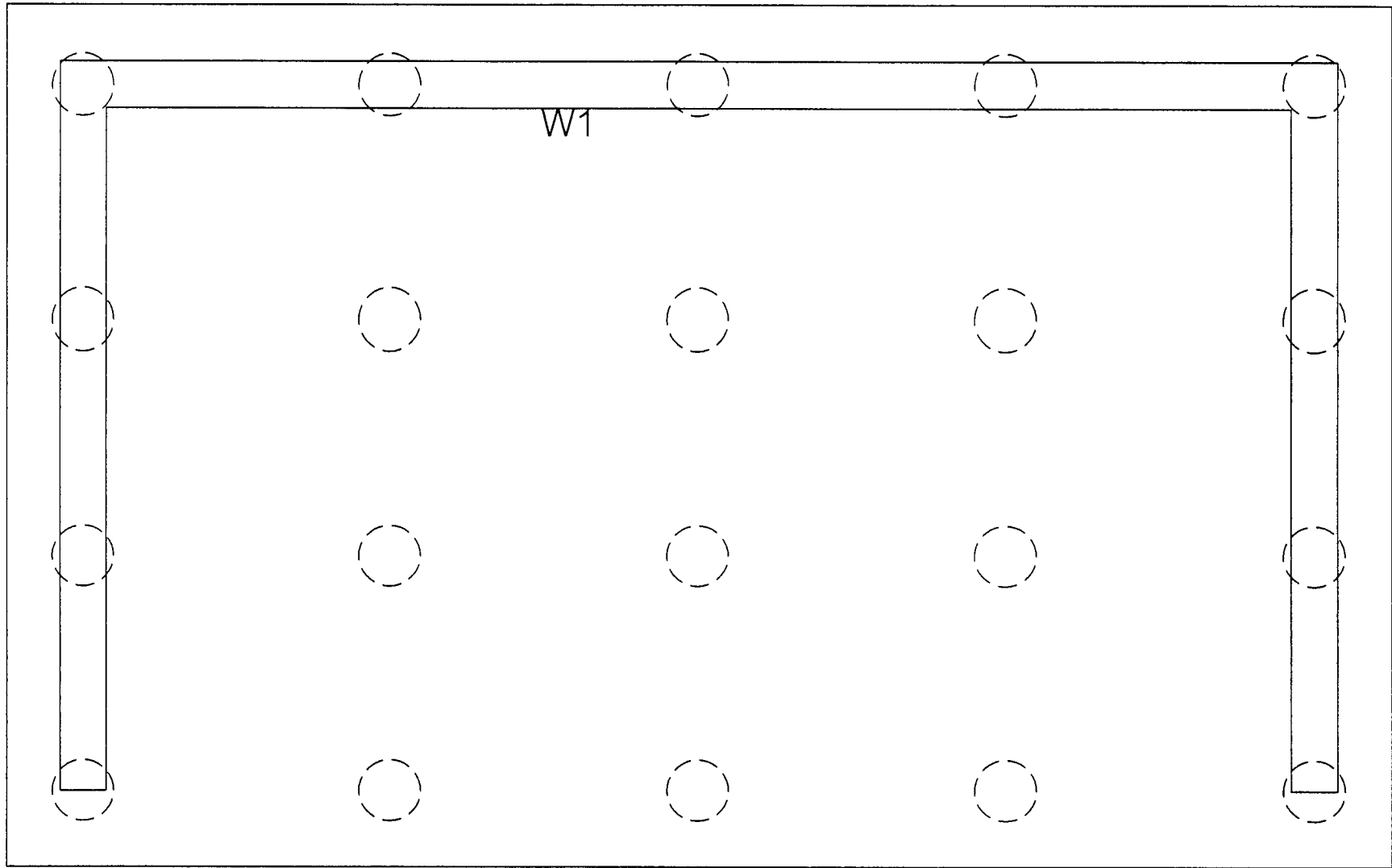
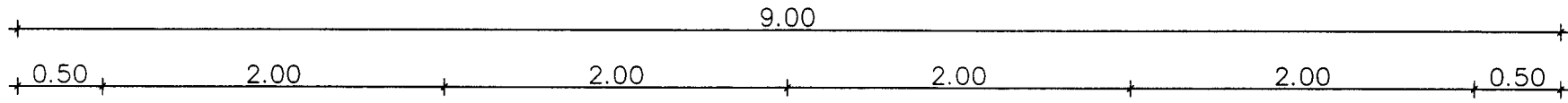


F2 (0.70 x 0.90)

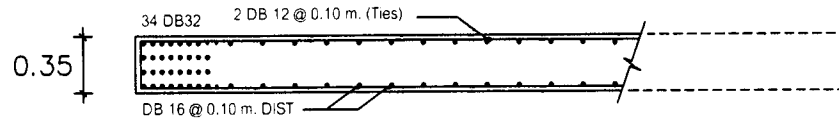
แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก



แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก F4

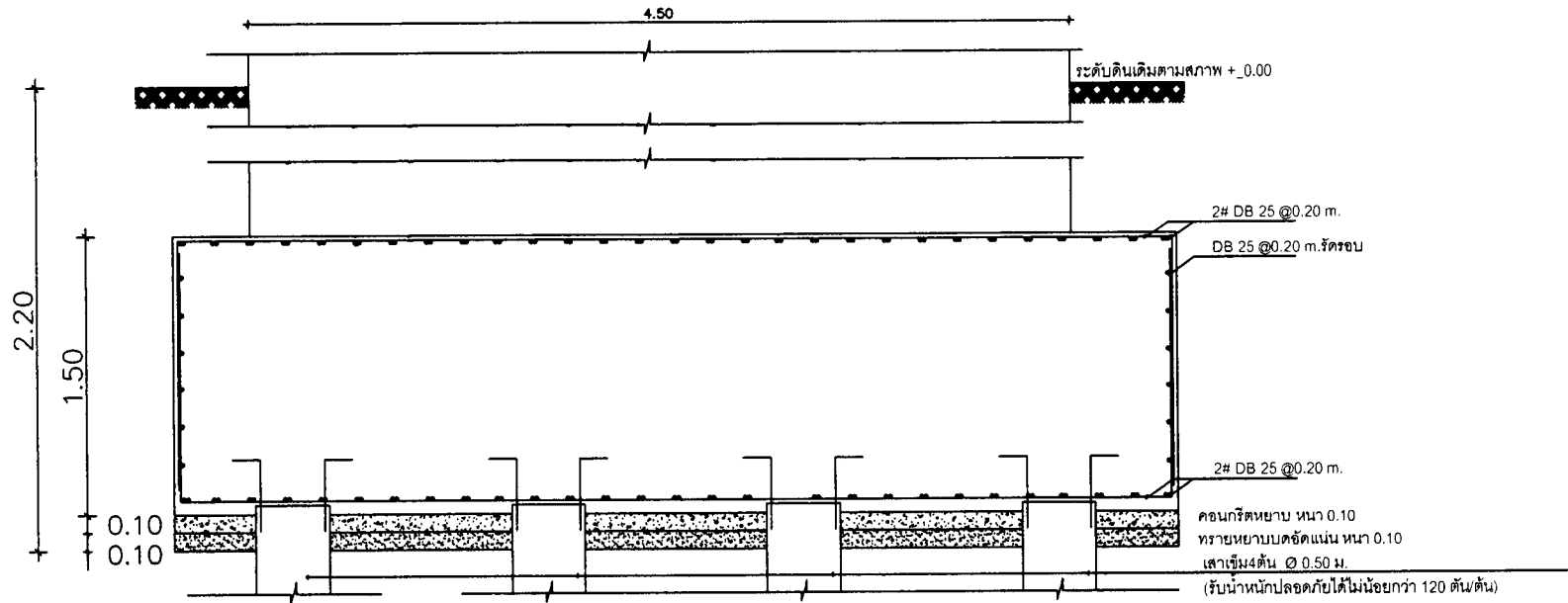


แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก





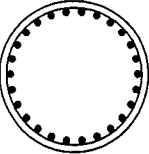
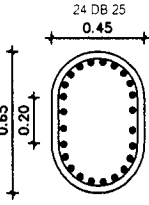
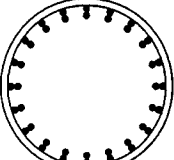
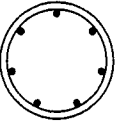
- ใช้กำลังประลัยของคอนกรีตเท่ากับ 500 กก./ซม.²
- ใช้กำลังคานของเหล็กรับแรงดึงเท่ากับ 5,000 กก./ซม.²

แบบขยายการเสริมเหล็ก W1





แบบขยายการเสริมเหล็กฐานราก F4

แบบขยายการเสริมเหล็ก เสา

	C1	C2	C3	C4
ห้องสังเกต- การณ์			7 DB 16  Dia 0.30 m 1ป R89 @0.20 m.	8 DB 12  0.25x0.25 2ป R86 @0.20
เสาชั้น 3-4	DITTO			
เสาชั้น 2	DITTO	DITTO		
เสาชั้น 1	26 DB 25  Dia 0.65 m. 2ป DB12 @0.25 m.	24 DB 25 0.45  0.65 0.20 Dia 0.45 m. 1ป DB12 @0.25 m.		
ตอม่อ	40 DB 25  Dia 0.75 m. 2ป DB12 @0.25 m.	7 DB 25  Dia 0.55 m. 1ป DB12 @0.25 m.		

แบบขยายการเสริมเหล็ก เสาเข็ม

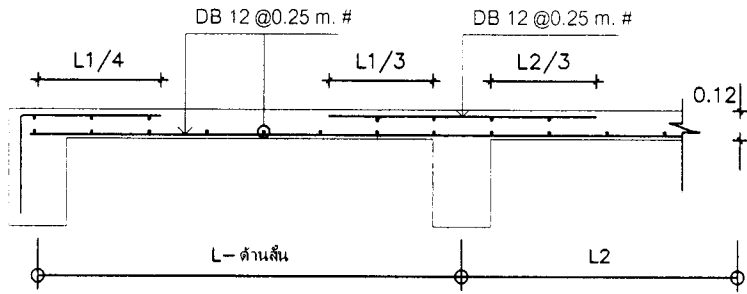
18 DB 25  Dia 0.50 m. 1ป DB12 @ 0.25 m.	17 DB 25  Dia 0.45 m. 1ป DB12 @ 0.20 m.
---	---

รายละเอียดของเหล็กเสริมในเสาเข็มเปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติของชนิดดินที่คำนวณได้จากข้อมูลเจาะสำรวจดิน

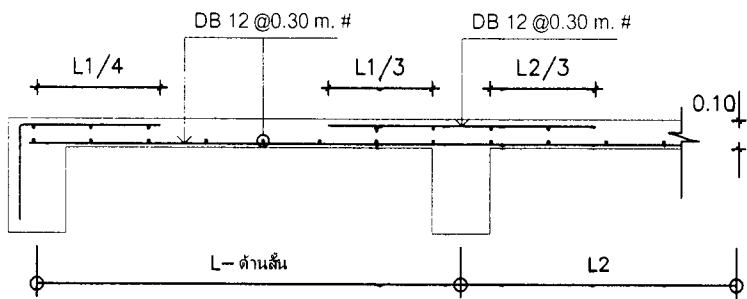
แบบขยายการเสริมเหล็กคาน

<p style="text-align: center;">B1</p>	<p style="text-align: center;">B2</p>	<p style="text-align: center;">B3</p>	<p style="text-align: center;">B5</p>	<p style="text-align: center;">B6</p>
<p style="text-align: center;">B4</p>		<p style="text-align: center;">B7</p>		<p style="text-align: center;">B9</p>
<p style="text-align: center;">B8</p>		<p style="text-align: center;">รูปตัด 1</p>	<p style="text-align: center;">รูปตัด 2</p>	<p style="text-align: center;">B10</p>

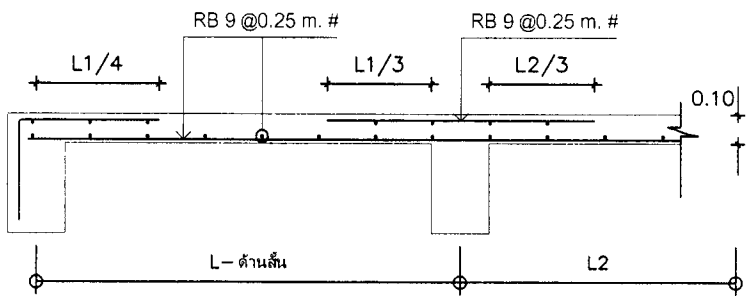
- ใช้ค่ากำลังของคอนกรีต เท่ากับ 400 กก./ซม.
 - ใช้ค่ารับรับแรงดึงที่จุดคานของเหล็กเสริมยึดแตรตั้ง และแรงยึดเท่ากับ 5,000 กก./ซม.



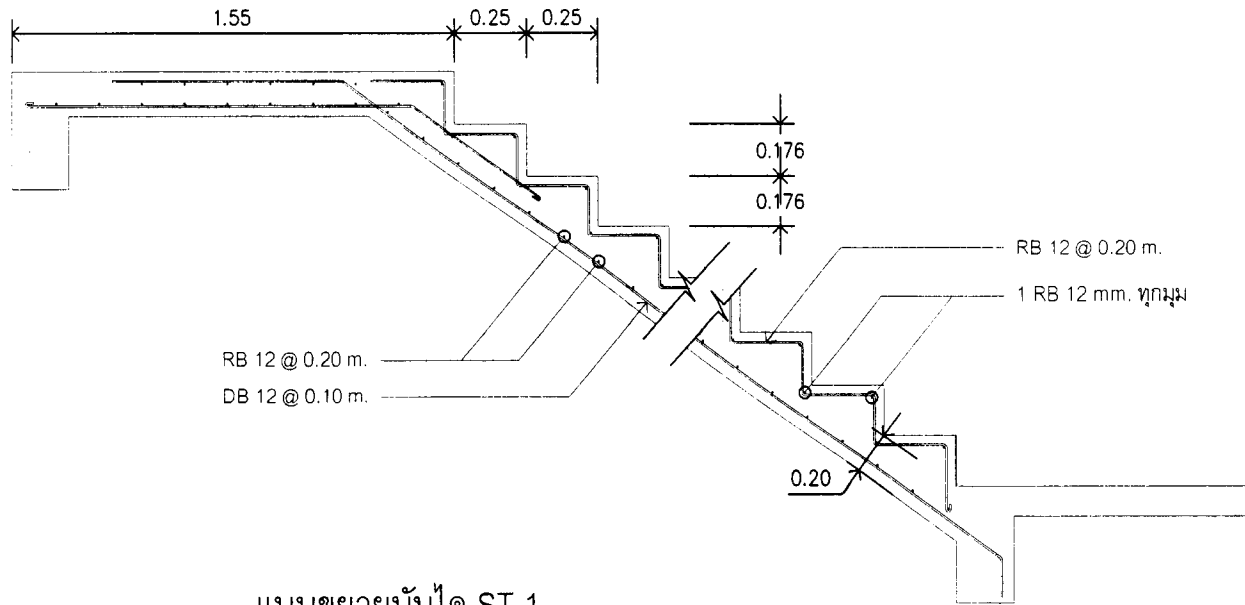
แบบขยายพืน S1



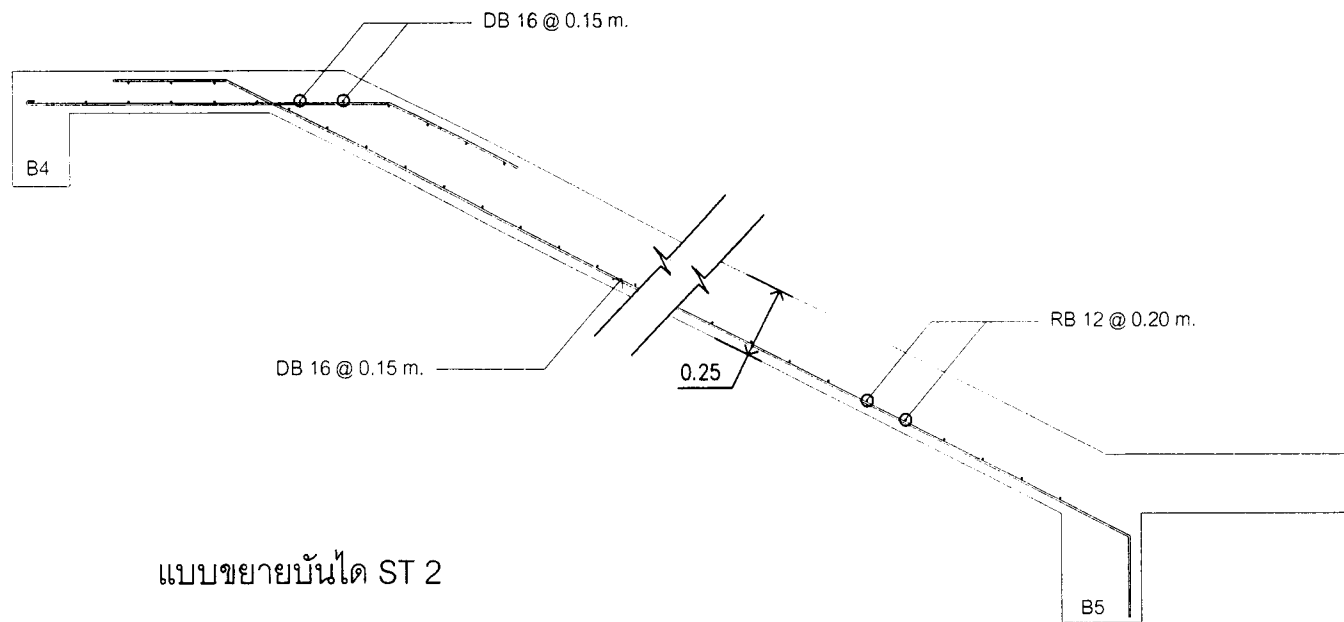
แบบขยายพืน S2



แบบขยายพืน S3



แบบขยายบันได ST 1

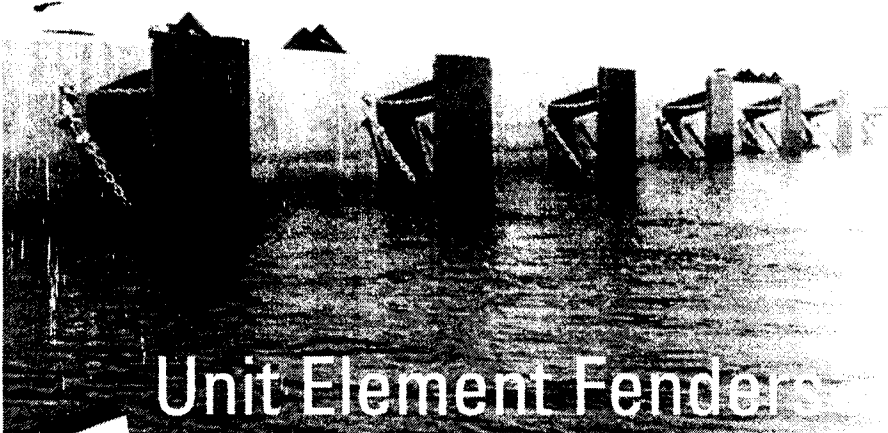


แบบขยายบันได ST 2

8.00

ภาคผนวก ง

รายละเอียดของอุปกรณ์สลายพลังงาน



Unit Element Fenders

Unit Elements are a high performance, modular system. Elements can be combined in unlimited permutations of length, orientation and Energy Index to suit a wide variety of applications.

The simplest Unit Element system is the UE-V fender which employs pairs of elements and a structural UHMW-PE face shield in a choice of black or high visibility colours – all non-marking.

UE-V fenders combine high energy capacity with low friction face and high wear resistance. They make an economic alternative to cylindrical and Arch fenders for a variety of general purpose applications suitable for many ship types including Ferries, General Cargo, Barges etc. System fenders combine the same Unit Elements with steel frames (fender panels) and UHMW-PE face pads. These systems are widely used for where larger vessels berth – including Container Quays, Tanker Terminals, Bulk Cargo and RoRo berths.

The versatility of Unit Element fenders makes them suitable for almost all applications.

CORE ATTRIBUTES

- Modular design allows limitless setting out arrangements
- Efficiency buckling column profile for high energy and low reaction
- Choice of symmetrical and asymmetric bolting arrangements
- Excellent shear resistance in lengthwise plane
- Thicker section body means lower stresses

▲ Dafac Berth (QATAR)

- Small bolt pockets do not trap water and are easy to access
- UE-V fender shields can be bolted from the front using asymmetric elements
- Sizes to suit every application
- Choice of standard and intermediate compounds
- Standard and non-standard lengths available
- Easy and quick to install

▼ Pinto Wharf Cruise Terminal (MALTA)

▼ West Lead-In Jetty, Immingham (ENGLAND)



UNIT ELEMENT FENDER DIMENSIONS

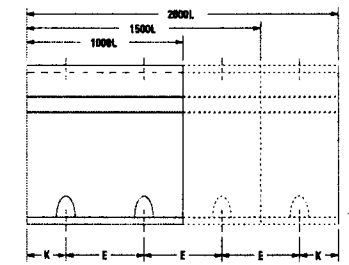
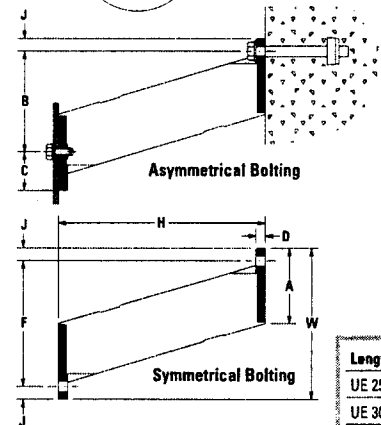
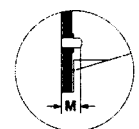
Fender	H	A	B	C	D	F	J	M	W	K	E	Anchors	Weight (kg/m)
UE 250	250	107	114	69	20	152	31	25-35	214	50	300	M20	30
UE 300	300	130	138	84	25	184	38	30-40	260	50	300	M24	42
UE 400	400	160	183	99	25	244	38	30-40	320	250	500	M24	93
UE 500	500	195	229	119	30	306	42	40-52	390	250	500	M30	130
UE 550	550	210	252	126	32	336	42	40-52	420	250	500	M30	160
UE 600	600	225	275	133	35	366	42	40-52	450	250	500	M30	174
UE 700	700	270	321	163	35	428	56	50-65	540	250	500	M36	258
UE 750	750	285	344	170	38	458	56	50-65	570	250	500	M36	296
UE 800	800	300	366	178	38	486	57	50-65	600	250	500	M36	310
UE 900	900	335	412	198	42	550	60	57-80	670	250	500	M42	400
UE 1000	1000	365	458	212	46	610	60	57-80	730	250	500	M42	476
UE 1200	1200	435	557	252	46	736	61	65-90	870	250	500	M48	653
UE 1400	1400	495	641	282	50	856	67	65-90	990	250	500	M48	955
UE 1600	1600	565	733	321	50	978	76	75-100	1130	250	500	M56	1220

All dimensions in millimetres.

APPLICATION

Unit Element designs can be used by most vessels on almost any berthing structure including:-

- Container Terminals
- Tanker Berths
- RoRo & Cruise Berths
- Dolphins & Monopiles
- Bulk Terminals
- General Cargo Facilities
- Parallel Motion Fenders
- Fender Walls
- Small Ship Berths
- Many other applications



Designers are not limited to standard Unit Element lengths. Typical non-standard sizes are indicated, although other lengths and special bolting patterns are also available upon request. It is generally preferred to keep element length greater than its height. Please consult Fentek for further guidance.

- Preferred Lengths
- Common Non-Standard Lengths
- x Refer to Fentek

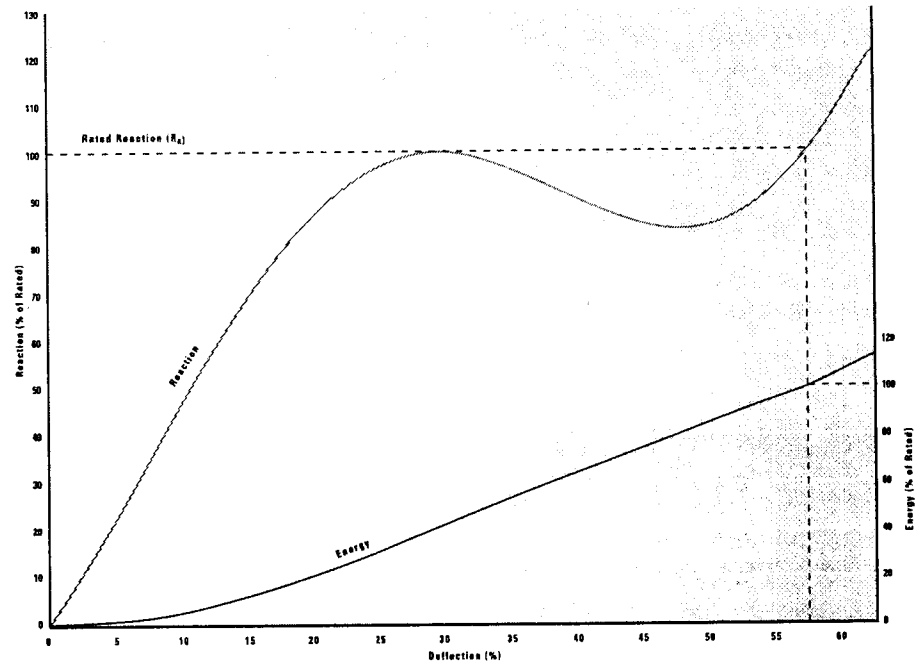
Lengths	600	750	900	1000	1200	1500	1800	2000
UE 250	●	●	●	●	●	●	●	●
UE 300	○	○	○	○	○	○	○	○
UE 400	x	○	○	○	○	○	○	○
UE 500	x	○	○	○	○	○	○	○
UE 550	x	○	○	○	○	○	x	x
UE 600	x	○	○	○	○	○	○	○
UE 700	x	○	○	○	○	○	○	○
UE 750	x	○	○	○	○	○	○	○
UE 800	x	x	○	○	○	○	x	x
UE 900	x	x	○	○	○	○	x	x
UE 1000	x	x	○	○	○	○	x	x
UE 1200	x	x	○	○	○	○	x	x
UE 1400	x	x	x	○	○	○	○	○
UE 1600	x	x	x	○	○	○	○	○

UNIT ELEMENT FENDERS PERFORMANCE

Energy Index	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE
		250	300	400	500	550	600	700	750	800	900	1000	1200	1400	1600
E0.9	E_R	8.1	11.7	21	32.4	40	47	63	73	84	106	131	186	257	337
	R_R	79	95	113	142	157	171	199	214	228	256	284	340	398	455
E1.0	E_R	9.0	13.0	23	36.0	44	52	70	81	93	118	146	207	286	374
	R_R	88	105	126	158	174	190	221	238	253	284	316	378	442	506
E1.1	E_R	9.3	13.4	24	37.1	45	54	72	84	96	122	150	213	294	385
	R_R	90	108	130	163	179	196	228	245	261	293	326	389	455	521
E1.2	E_R	9.6	13.8	24	38.2	47	55	74	86	99	125	155	220	303	396
	R_R	93	111	134	167	184	201	234	252	268	301	335	401	469	536
E1.3	E_R	9.9	14.2	25	39.3	48	57	77	89	101	129	159	226	311	407
	R_R	95	114	137	172	190	207	241	259	276	310	345	412	482	552
E1.4	E_R	10.2	14.6	26	40.4	49	58	79	91	104	132	163	232	320	418
	R_R	98	117	141	177	195	212	247	266	283	318	354	424	495	567
E1.5	E_R	10.5	15.0	27	41.5	51	60	81	94	107	136	168	239	328	429
	R_R	100	121	145	182	200	218	254	274	291	327	364	435	509	582
E1.6	E_R	10.8	15.4	27	42.6	52	62	83	96	110	139	172	245	336	440
	R_R	103	124	149	186	205	224	261	281	299	336	373	446	522	597
E1.7	E_R	11.1	15.8	28	43.7	53	63	85	99	113	143	176	251	345	451
	R_R	106	127	153	191	210	229	267	288	306	344	383	458	535	612
E1.8	E_R	11.4	16.2	29	44.8	54	65	88	101	115	146	180	257	353	462
	R_R	108	130	156	196	216	235	274	295	314	353	392	469	548	628
E1.9	E_R	11.7	16.6	29	45.9	56	66	90	104	118	150	185	264	362	473
	R_R	111	133	160	200	221	240	280	302	321	361	402	481	562	643
E2.0	E_R	12.0	17.0	30	47.0	57	68	92	106	121	153	189	270	370	484
	R_R	113	136	164	205	226	246	287	309	329	370	411	492	575	658
E2.1	E_R	12.3	17.5	31	48.5	59	70	95	109	125	158	195	278	381	499
	R_R	117	140	169	211	233	253	296	318	339	381	423	507	592	678
E2.2	E_R	12.6	18.0	32	50.0	61	72	98	112	128	162	200	286	392	513
	R_R	120	144	174	217	240	261	305	328	349	392	436	522	610	697
E2.3	E_R	12.9	18.5	33	51.5	62	74	100	115	132	167	206	294	404	528
	R_R	124	149	179	224	246	268	313	337	358	403	448	537	627	717
E2.4	E_R	13.2	19.0	34	53.0	64	76	103	118	135	171	212	302	415	542
	R_R	127	153	184	230	253	276	322	347	368	414	460	552	644	736
E2.5	E_R	13.5	19.5	35	54.5	66	79	106	122	139	176	218	311	426	557
	R_R	131	157	189	236	260	283	331	356	378	426	473	567	662	756
E2.6	E_R	13.8	20.0	35	56.0	68	81	109	125	143	181	223	319	437	572
	R_R	134	161	194	242	267	290	340	365	388	437	485	582	679	776
E2.7	E_R	14.1	20.5	36	57.5	70	83	112	128	146	185	229	327	448	586
	R_R	138	165	199	248	274	298	349	375	398	448	497	597	696	795
E2.8	E_R	14.4	21.0	37	59.0	71	85	114	131	150	190	235	335	460	601
	R_R	141	170	204	255	280	305	357	384	407	459	509	612	713	815
E2.9	E_R	14.7	21.5	38	60.5	73	87	117	134	153	194	240	343	471	615
	R_R	145	174	209	261	287	313	366	394	417	470	522	627	731	834
E3.0	E_R	15.0	22.0	39	62.0	75	89	120	137	157	199	246	351	482	630
	R_R	148	178	214	267	294	320	375	403	427	481	534	642	748	854
E3.1	E_R	16.5	24.2	43	68.2	83	98	132	151	173	219	271	386	530	693
	R_R	163	196	235	294	323	352	413	443	470	529	587	706	823	939
E/R (e)		0.103	0.124	0.183	0.230	0.254	0.276	0.319	0.341	0.368	0.414	0.461	0.548	0.645	0.737
		UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE	UE
		250	300	400	500	550	600	700	750	800	900	1000	1200	1400	1600

All Energy Absorption and Reaction Force values are at nominal Rated Deflection of 57.5%. (see p.88)
 Maximum deflection is 62.5%
 Energies (E_R) are in kNm.
 Reactions (R_R) are in kN.
 Performance values are for a single element, 1000mm long.
 Unit Elements are usually applied in pairs with either a steel frontal panel or a UHMW-PE face shield.
 Standard tolerances apply. (see p.89)

GENERIC PERFORMANCE CURVE



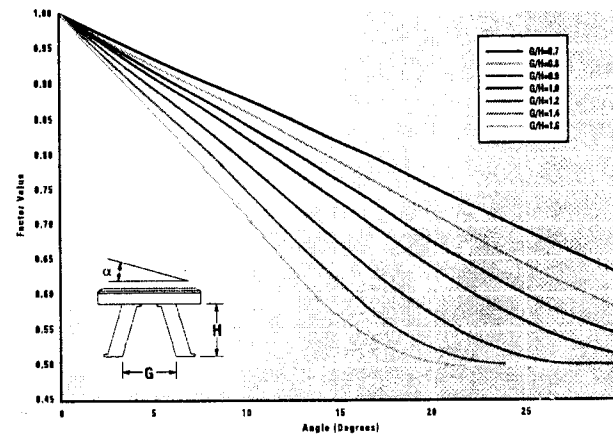
INTERMEDIATE DEFLECTION TABLE

D (%)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	57.5	62.5
E (%)	0	1	5	12	21	32	43	54	65	75	84	95	100	113
R (%)	0	23	47	69	87	97	100	97	90	85	84	92	100	121

▲ CALCULATION EXAMPLE

The graph and table can be used to estimate the fender performance at intermediate deflections as follows:-
EXAMPLE: UE700x1500(E1.5) – 2 Elements
 Rated Energy from performance table,
 $E_R: 1.5 \times 2 \times 81 \text{ kNm} = 243 \text{ kNm}$
 Rated Reaction from performance table,
 $R_R: 1.5 \times 2 \times 254 \text{ kN} = 762 \text{ kN}$
Performance at 55% deflection:
 Energy $\rightarrow E_{55} = 0.95 \times 243 = 231 \text{ kNm}$
 Reaction $\rightarrow R_{55} = 0.92 \times 762 = 701 \text{ kN}$

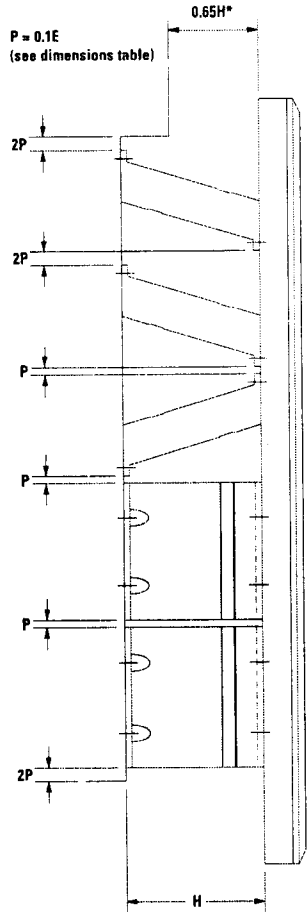
ENERGY & REACTION ANGULAR CORRECTION FACTORS



◀ CALCULATION EXAMPLE

The graph can be used to estimate the fender performance under sectionwise angular compression (due to bow flares, berthing angles, ship beltings etc) as follows:-
EXAMPLE: UE1200x1000(E2.3) – 2 Elements
 Rated Energy from performance table,
 $E_R: 1.0 \times 2 \times 294 \text{ kNm} = 588 \text{ kNm}$
 Rated Reaction from performance table,
 $R_R: 1.0 \times 2 \times 537 \text{ kN} = 1074 \text{ kN}$
Performance at 5° angular compression and G/H ratio 0.9:
 Energy $\rightarrow E_{\alpha} = 0.92 \times 588 = 541 \text{ kNm}$
 Reaction also reduces under angular compression so worst case reaction occurs at 0° compression angle.

UNIT ELEMENT FENDER CLEARANCES

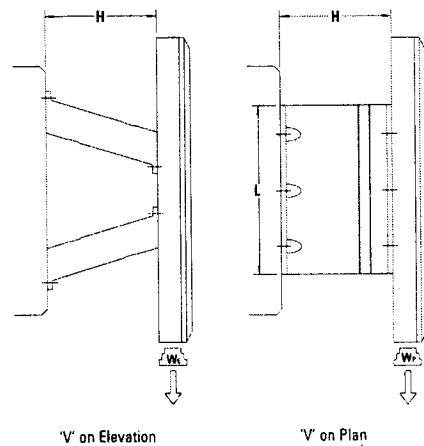


As the Unit Element fender is compressed, its width increases. To ensure that the Unit Element does not contact adjacent fenders or structures, adequate clearances must be provided. The rear of the fender panel must also clear adjacent structures – the indicated value* does not allow for bow flares, berthing angles and other effects which may reduce clearances. Exact panel clearance may vary from project to project.

Appropriate edge distances for anchor bolts are also important for secure fixing of the fender. Minimum edge distance will depend on concrete grade, level of reinforcement and structural loads, though the indicated value is suitable for most cases. Note that fenders can be mounted horizontally or vertically, and the direction of the "V" can be reversed to minimise footprint size and maximise anchor bolt edge distances.

These diagrams are intended as a guide only. If in doubt, please consult a Fentek office.

UNIT ELEMENT FENDER WEIGHT SUPPORT CAPACITY

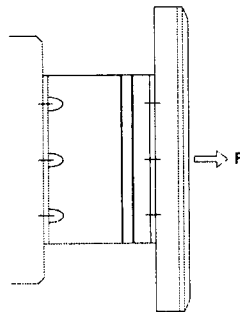


Unit Elements can support a significant weight. The following table gives a guide to the permissible panel weight before support chains are required, depending on orientation of the elements.

Energy Index	Permissible Panel Weight (kg)	
E1	$W_e = n \times 690 \times H \times L$	$W_p = n \times 1230 \times H \times L$
E2	$W_e = n \times 900 \times H \times L$	$W_p = n \times 1600 \times H \times L$
E3	$W_e = n \times 1170 \times H \times L$	$W_p = n \times 2080 \times H \times L$

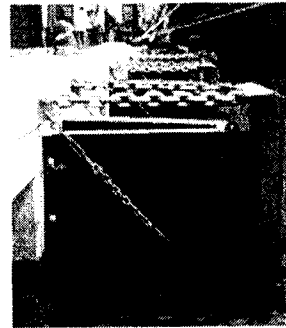
Dimensions "H" & "L" are in metres. "n" is the number of element pairs. Values are based on a pair of elements. Intermediate Energy Indices may be interpolated.

UNIT ELEMENT FENDERS IN TENSION

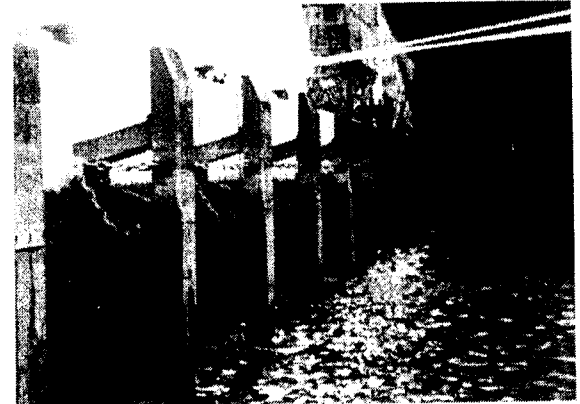


Unit Elements can cope with axial tension. As a guide, the tensile force should not exceed the rated reaction of the fender. This is likely then tension chains should be used.

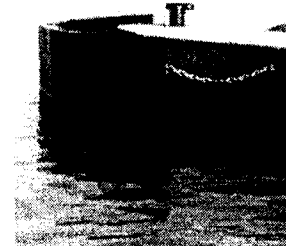
UNIT ELEMENT FENDER INSTALLATION EXAMPLES



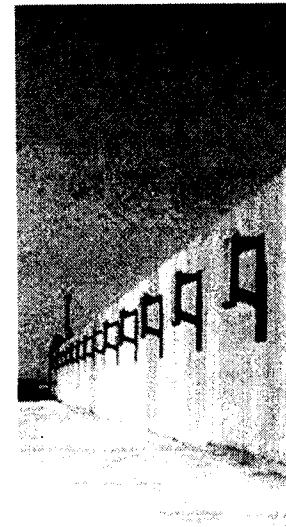
▲ Port Said Container Terminal (EGYPT)



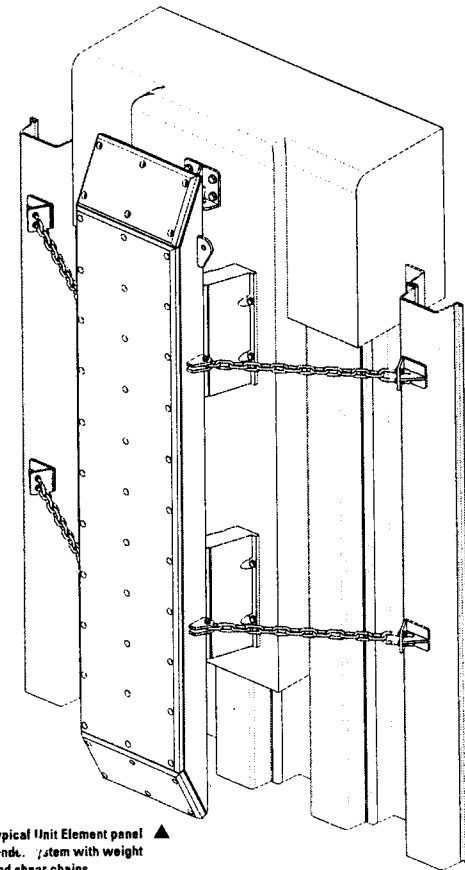
▲ 207 Berth, Southampton Container Terminal (ENGLAND)



▲ Corner Fender, Marseille (FRANCE)



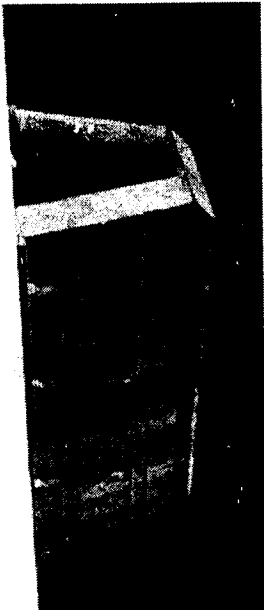
▲ Hydrolift Dry Dock, Setubal (PORTUGAL)



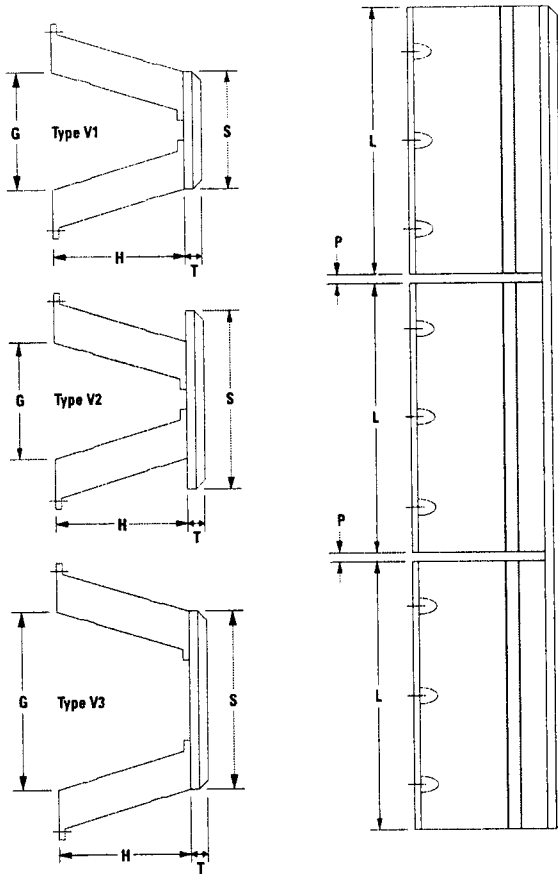
▲ Typical Unit Element panel fender system with weight and shear chains

UNIT ELEMENT V-FENDERS

Unit Element V-fenders (UE-V) consist of pairs of elements with a UHMW-PE shield to make a simple but highly versatile design. The shield width can be increased and reduced, element spacing may be adjusted to suit each application. By combining several pairs of elements with a continuous shield, UE-V fenders in excess of 6000mm long can be constructed. Please consult Fentek for advice on UE-V fenders 900mm high and above.



▲ Jebel Ali (DUBAI)



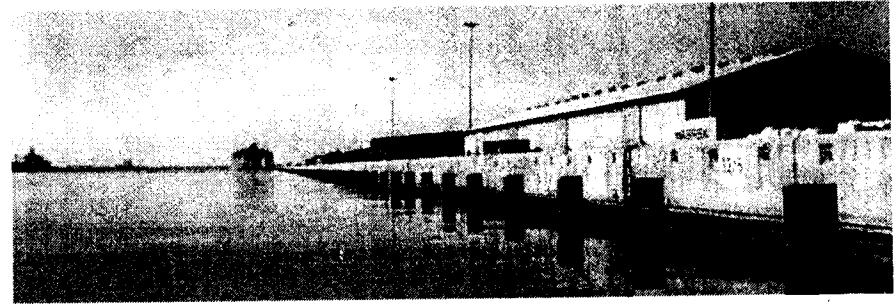
UE-V FENDER TYPICAL DIMENSIONS

Fender UE-V Fender	Type V1			Type V2		Type V3		P	T	Anchors
	H	S	G	S	G	S	G			
UE 250	250	250	250	460	250	460	460	30	70	M20
UE 300	300	290	290	550	290	550	550	30	70	M24
UE 400	400	370	370	690	370	690	690	50	80	M24
UE 500	500	440	440	830	440	830	830	50	90	M30
UE 550	550	470	470	890	470	890	890	50	90	M30
UE 600	600	500	500	950	500	950	950	50	90	M30
UE 700	700	590	590	1130	590	1130	1130	50	100	M36
UE 750	750	620	620	1190	620	1190	1190	50	100	M36
UE 800	800	640	640	1230	640	1230	1230	50	100	M36

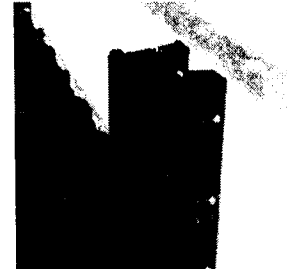
All dimensions in millimetres.

Many other shield widths and element spacings are possible with UE-V fenders.

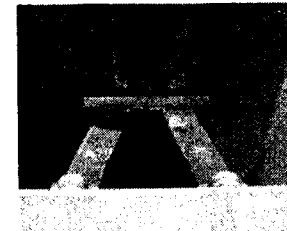
UNIT ELEMENT V-FENDERS



▲ Jebel Ali, Dubai (UAE)



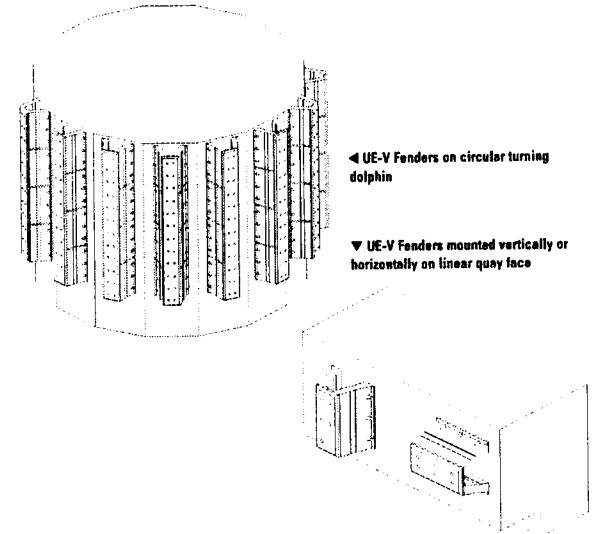
▲ Type V2 UE-V fender



▲ UE-V fender pontoon pile guide



▲ Passenger Quay, Mukran (GERMANY)



◀ UE-V Fenders on circular turning dolphin

▼ UE-V Fenders mounted vertically or horizontally on linear quay face

UE-V FENDERS PERFORMANCE

Fender	E1		E2		E3	
	R	E	R	E	R	E
UE 250	158	18	206	24	266	30
UE 300	190	26	246	34	320	44
UE 400	252	46	328	60	428	78
UE 500	316	72	410	94	534	124
UE 550	348	88	452	114	588	150
UE 600	380	104	492	136	640	178
UE 700	442	140	574	184	750	240
UE 750	476	162	618	212	806	274
UE 800	506	186	658	242	854	314

All Energies (E_n) are in kNm and Reactions (R_n) are in kN.
Rated deflection is 57.5%.

UE-V fenders are also available in intermediate Energy Indices.
Performance values are for a single UE-V fender, 1000mm long.
Standard tolerances apply. (see p.89)