

## การสร้างจุดควบคุมทางดิ่งในพื้นที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สุธี ศุขะบุตร\*

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์\*\*

ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์\*\*\*

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำการสร้างจุดควบคุมทางดิ่งในพื้นที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโครงข่ายหมุดระดับความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลางในพื้นที่มหาวิทยาลัยด้วยระดับความถูกต้องตามมาตรฐานเกณฑ์งานชั้น 3 ที่  $12 \text{ mm}\sqrt{K}$  ( $K =$  ระยะทางหน่วยเป็นกิโลเมตร) หมุดระดับความสูงเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการปรับปรุงสิ่งก่อสร้างต่างๆ รวมถึงการสร้างแนวป้องกันน้ำท่วม การระบายน้ำในเวลาที่เกิดฝนตกหนัก หาค่าอ้างอิงการทรุดตัวของอาคารเก่า และสิ่งก่อสร้างที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่ต้องการให้มีระดับความสูงอยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง วิธีการศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำหลักการของการสำรวจแนวเส้นทางคือขั้นตอนการสำรวจขั้นต้นและการสำรวจเบื้องต้นมาประยุกต์ใช้ โดยการใช้วิธีการถ่ายระดับเข้าจุดควบคุมทางดิ่งแล้วนำมาคำนวณหาค่าความต่างระดับของจุดต่างๆ การถ่ายระดับเข้าจุดควบคุมนั้นจะเริ่มถ่ายออกจากหมุด BM หมายเลข 2070 ของกรุงเทพมหานคร มีค่าระดับความสูงที่เทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลางมาเข้าจุดควบคุมทางดิ่งในพื้นที่มหาวิทยาลัยจำนวน 9 หมุด โดยในอนาคตจะใช้หมุด BM1 และ BM2 เป็นหมุดหลักฐานอ้างอิงในการใช้ค่าระดับความสูงเพื่อเป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบค่าระดับความสูง ซึ่งหมุด BM1 มีค่าระดับเท่ากับ 1.419 เมตร และหมุด BM2 มีค่าระดับเท่ากับ 1.405 เมตร และอีก 7 หมุดเป็นหมุดที่ติดตั้งเอาไว้ที่ตัวอาคาร 6 ของมหาวิทยาลัยตามตำแหน่งต่างๆ เป็นหมุดที่มีค่าระดับความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยค่าระดับที่ได้ทั้งหมดนี้สามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบหาค่าการทรุดตัวของอาคารในอนาคตได้

---

\* นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

\*\* ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

\*\*\* ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ร่วม

## บทนำ

เนื่องจากในปี 2554 ได้เกิดมหาอุทกภัยน้ำท่วมครั้งใหญ่ในประเทศไทยและบริเวณกรุงเทพมหานคร โดยในระดับท้องถิ่นได้ส่งผลกระทบต่อบริเวณชุมชนหมู่บ้านท่าทราย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และผู้ประกอบการต่างๆที่อาศัยอยู่ในชุมชนหมู่บ้านท่าทราย โดยมหาอุทกภัยครั้งนี้ส่งผลให้เกิดความเสียหายกับคนในชุมชนหมู่บ้านท่าทราย ทั้งที่อยู่อาศัย ที่ทำงาน หอพัก และมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงได้เล็งเห็นว่าจะต้องมีการแก้ไข ปัญหาและหาแนวทางป้องกัน โดยใช้วิธีการสร้างโครงข่ายหมุดระดับควบคุมทางดิ่งในพื้นที่ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อตรวจวัดค่าระดับการทรุดตัวของอาคารเปรียบเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง หากในปีต่อไปเกิดการทรุดตัวต่ำกว่าระดับมาตรฐานของการทรุดตัวจะได้หาทางแก้ไขได้ทันที่

## วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสร้างโครงข่ายหมุดระดับความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลางในพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ด้วยระดับความถูกต้องตามมาตรฐานเกณฑ์งานชั้น 3 ที่  $\pm 12 \text{ mm}\sqrt{k}$  (k ระยะทางหน่วยเป็นกิโลเมตร)
2. หาค่าระดับความสูงของหมุดต่างๆภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อเป็นค่าอ้างอิงในการหาค่าการทรุดตัวของอาคารเก่าในอนาคต

## ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาเส้นทางที่สามารถทำการถ่ายระดับได้ง่ายไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณถนน ประชาชน ถึงชุมชนหมู่บ้านท่าทราย และมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
2. ทำการถ่ายระดับเริ่มต้นที่หมุด BM หมายเลข 2070 ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งอยู่ตรงสะพานข้ามคลองประปาตรงหน้าประตูทางเข้าการประปานครหลวง ถึงหมุด BM ต่างๆภายในบริเวณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1
3. ทำการสร้างหมุดระดับถาวรเพิ่มเติมตั้งแต่หมุด BM 1 ถึงหมุด BM ต่างๆภายในบริเวณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
4. ประมาณระยะทางในการถ่ายระดับของหมุด BM และจุด TP ห่างกันแต่ละจุดไม่เกิน 40 เมตร
5. เกณฑ์ในการสำรวจใช้อุปกรณ์ในการสำรวจชั้น 3 และใช้เกณฑ์การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์งานชั้น 3 ที่  $\pm 12 \text{ mm}\sqrt{k}$  (k ระยะทางหน่วยเป็นกิโลเมตร)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงตำแหน่งหมุดระดับถาวรตามแนวเส้นทางเลือกบริเวณถนนประชาชื่นและมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ชื่อหมุด	สถานที่ตั้ง
BM 2070	บนสะพานข้ามคลองประปาหน้าการประปานครหลวง
BM1	หน้าศาลพระสิทธิดา
BM 2	ด้านหลังเสาสัญญาณไฟ
6.1	เสาหมุดอาคาร 6 ด้านหน้าขวา
6.2	หมุดห้อง NET 2 กลางอาคาร 6
6.3	เสากลมด้านหน้าซ้ายอาคาร 6
6.4	คานหมุดซ้ายด้านหลังอาคาร 6
6.5	คานกลางด้านหลังอาคาร 6
6.6	คานหมุดด้านหลังอาคาร 6
6.7	คานหมุดขวาด้านหลังอาคาร 6



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายทางอากาศของแนวเส้นทางเลือกในการถ่ายระดับบริเวณถนนประชาชื่นและมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ที่มา: ภาพถ่ายทางอากาศ กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2547

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

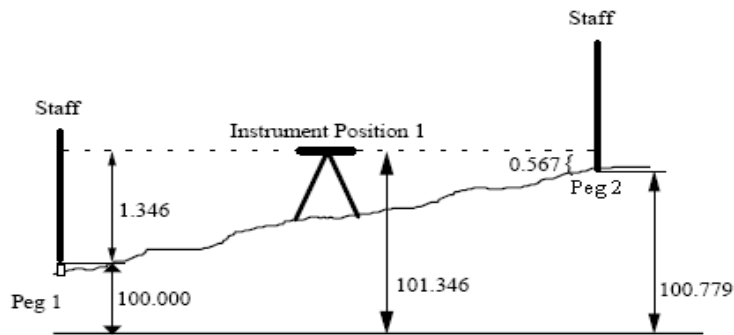
1. ทำให้ได้หมุดระดับถาวรที่ทราบค่าความสูงระดับน้ำทะเลปานกลางภายในบริเวณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต จำนวน 9 หมุด
2. ทำให้ทราบค่าความต่างระดับระหว่างหมุด BM กับหมุดระดับต่างๆที่ติดตั้งเอาไว้ที่ตัวอาคาร
3. เพื่อประโยชน์ในการอ้างอิงความสูงของหมุดต่างๆในการสร้างอาคารใหม่และค่าอ้างอิงการทรุดตัวของอาคารเก่าในอนาคต ตลอดจนการออกแบบระบบระบายน้ำในอนาคตภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

## ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการสำรวจเส้นทางบริเวณถนนประชาชื่นและภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตนั้น มีลักษณะสอดคล้องกับวิธีการทำงานสำรวจแนวทางซึ่งมีลักษณะเป็นที่แคบและยาวมาก มีความสำคัญต่อการวางแผนงาน การออกแบบและการดำเนินการสำรวจหรือการประเมินราคาการก่อสร้างได้ จึงสามารถใช้หลักการสำรวจตามแนวทาง (Route Survey) เป็นหลักการในการสำรวจในครั้งนี้ การสำรวจตามแนวทางเป็นการสำรวจเพื่อกำหนดหมุดบังคับทางราบ (Horizontal Control) ซึ่งจะบอกค่าพิกัดและหมุดบังคับทางตั้ง (Vertical Control) ซึ่งเราเรียกว่าหมุดหลักฐาน

การหาค่าระดับ (Elevation) ของตำแหน่งใด ๆ บนพื้นโลกที่เป็นค่าความสูงที่เทียบกับพื้นหลักฐานอ้างอิงระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level: MSL) ไม่สามารถทำได้โดยตรง แต่จะต้องทำการหาค่าต่างระดับ (Different of Elevation: Elev.) ซึ่งในการหานั้นจะอยู่ในแนวระนาบตั้ง (Vertical Plane) จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจถ่ายระดับเป็นการหาความสัมพันธ์ของความสูงที่สุดของจุดต่างๆหรือวัตถุใดบนพื้นโลก ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งการหาค่าระดับนั้นอยู่ในแนว Vertical Plane เพื่อเปรียบเทียบความต่าง ๆ ว่ามีมากน้อยเพียงใด เช่น การหาค่าระดับความสูงของจุด 2 จุดบนภูมิประเทศ ซึ่งจุดหนึ่งเราทราบค่าระดับความสูงจากระดับมาตรฐานแล้วเราก็สามารถหาค่าระดับความสูงอีกจุดหนึ่งได้

การทำงานระดับเป็นการหาความสัมพันธ์ของความสูงที่สุดของจุดต่างๆหรือวัตถุใดบนพื้นโลก ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งการหาค่าระดับนั้นอยู่ในแนว Vertical Plane เพื่อเปรียบเทียบความต่าง ๆ ว่ามีมากน้อยเพียงใด เช่นการหาค่าระดับความสูงของจุด 2 จุดบนภูมิประเทศ ซึ่งจุดหนึ่งเราทราบค่าระดับความสูงจากระดับมาตรฐานแล้วเราก็สามารถหาค่าระดับความสูงอีกจุดหนึ่งได้



ภาพที่ 2 การทำงานระดับ

จากภาพที่ 2 ถ้าต้องการทราบความต่างระดับ (Elev.) ระหว่างจุด 2 จุด คือ Peg 1 และจุด Peg 2 จะสามารถหาได้โดยการตั้งกล้องระหว่างจุด 2 จุดตั้งกล้องและตั้ง Staff ที่จุด Peg 1 และ Peg 2 จากนั้นปรับระดับของกล้องแล้วทำการอ่านค่า Staff ที่ Peg 1 ก่อน ซึ่งจะเรียกว่าค่า BS หรือค่า Back Sight ในที่นี้ได้เท่ากับ 1.346 m แล้วส่อง FS หรือ Fore Sight ในที่นี้ได้เท่ากับ 0.567 m

$$\begin{aligned} \text{Diffinelev. Peg1-2} &= \text{BS} - \text{FS} \\ &= 1.346 - 0.567 \text{ m} \\ &= + 0.779 \text{ m} \end{aligned}$$

ถ้าต้องการทราบค่า Elev จุด Peg 2 จากระดับน้ำทะเลปานกลางสามารถหาได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{HI} &= \text{Elev. BM} + \text{BS} \\ &= 100.00 + 1.346 \text{ m} = 101.346 \text{ m} \\ \text{Elev. B} &= \text{HI} - \text{FS} \\ &= 101.346 - 0.567 \text{ m} = 100.779 \text{ m} \end{aligned}$$

Differential Leveling ใช้เพื่อหาความต่างระดับระหว่าง 2 จุด เพราะ (1) หมุดทั้งสองไกลจากกันมาก (2) หมุดทั้งสองมีความต่างระดับกันมาก และ (3) หมุดทั้งสองไม่สามารถมองเห็นกันได้ เนื่องจากมีอุปสรรค วิธีการคำนวณและเกณฑ์ความผิดพลาดตามเกณฑ์สามารถหาได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Fixed Diff.} &= \text{Elev. Last} - \text{Elev. First} \\ &= 2.268 - 2.268 = 0.000 \text{ m} \\ \text{Observed Diff.} &= \frac{(\sum \text{BS} - \sum \text{FS})}{3} = \frac{(319.980 - 319.965)}{3} \\ &= 0.005 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าแย้งการถ่ายระดับ} &= \text{Observed Diff.} - \text{Fixed Diff.} \\ &= 0.005 - 0.000 = + 0.005 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าปรับแก้รวม} = - 0.005 \text{ m}$$

$$\text{ค่าปรับแก้ต่อ 1 หมุด} = - 0.005 \text{ m} / 9 \text{ หมุด} = - 0.001 / 1 \text{ หมุด}$$

(ใช้วิธีเฉลี่ยความผิด เนื่องจากระยะแต่ละช่วงใกล้เคียงกันจะปรับแก้ทุกหมุดตามโปรแกรมค่าความ)

$$\begin{aligned}\text{ระยะทางในการถ่ายระดับ } K &= \sum INT/10 \\ &= (20.336 + 20.360)/10 = 40.696 \text{ km.} \\ \text{เกณฑ์ความผิดตามเกณฑ์งานชั้น 3} &= \pm 12 \text{ mm}\sqrt{K} = 24.21 \text{ mm}\end{aligned}$$

## ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธีระ ลาภิศขยางกุล, 2550 ทำการศึกษาเพื่อหาระดับของหมุดหลักฐานทางตั้งจากการทำระดับสามสายใยแบบไปและกลับ ผลจากการคำนวณพบว่าจากโครงข่ายระดับ ผลของค่าระดับที่ได้จะอยู่ในเกณฑ์ของงานชั้นที่ 3 ซึ่งมีความถูกต้องและเหมาะสมที่จะใช้เป็นหมุดอ้างอิงในการทำงานระดับและแผนที่ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและพื้นที่รอบ ๆ ข้าง

ธันช สุขวิมลเสรี, 2540 ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของค่าความสูงออร์โทเมตริก แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอส นำมาใช้เพื่อสร้างหมุดควบคุมทางตั้งที่ไม่ต้องการความถูกต้องสูง เช่น งานสร้างจุดควบคุมภาพถ่ายทางอากาศ หรืองานศึกษาความเหมาะสมขั้นต้นของโครงการก่อสร้าง เป็นต้น

กรมศิลปากร, 2540 ได้ทำการบูรณะเจดีย์ภูเขาทอง โดยได้เริ่มจากการสำรวจจุดคันดิน เพื่อให้ได้ข้อมูลทางด้านกายภาพ ข้อมูลสภาพการทรุดเอียง ข้อมูลโครงสร้างวัสดุอิฐก่อ และข้อมูลธรณีเทคนิคของพื้นดินที่อยู่ใต้ฐานเจดีย์ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์พฤติกรรมของโครงสร้างอย่างละเอียด จากผลการวิเคราะห์ทำให้ได้ทราบว่าสภาพการทรุดตัวขององค์เจดีย์ ไม่ได้เกิดจากการรับน้ำหนักของพื้นดินใต้ฐานเจดีย์แต่เกิดจากการยุบตัวของอิฐโพรง

ธณณัท หินลาดและคณะ, 2556 ได้ศึกษาลักษณะทางวิศวกรรมของเจดีย์วัดใหญ่ชัยมงคลและเจดีย์วัดหลังคาขาว สำรวจโดยการใช้กล้อง Total Station ในการบันทึกพิกัดรูปทรงขององค์เจดีย์ในปัจจุบัน และทดสอบทางพลศาสตร์เพื่อหาความถี่ธรรมชาติและรูปร่างการสั่นไหวของเจดีย์วัดใหญ่ชัยมงคล

สุพรรณษา วิชาญโรจน์, 2555 ได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้งานอาคารและการสำรวจการทรุดตัวของอาคารวังมะลิวัลย์ เพื่อนำเสนอแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ไขอาคาร จากข้อมูลพื้นฐานที่ทำการสำรวจ เนื่องจากการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันของฐานรากอาคาร ทำให้สามารถนำเสนอ แนวทางในการแก้ไขโครงสร้างอาคารและฐานรากวังมะลิวัลย์ที่เหมาะสมที่สุด คือ การเสริมเสาเข็มเพื่อหยุดการทรุดตัวของอาคารและทำการปรับระดับแล้วทำการเทคอนกรีตเพื่อปรับพื้นภายในอาคาร

ชาญวิทย์ น้อยโฮม, 2557 ทำการศึกษาพฤติกรรมการทรุดตัวที่แตกต่างกันระหว่างฐานรากดินและฐานรากเสาเข็ม ปัญหาการทรุดตัวต่างระดับของอาคาร จากผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างให้ค่าการทรุดตัวต่างระดับใกล้เคียงกัน ไม่ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่โครงสร้าง

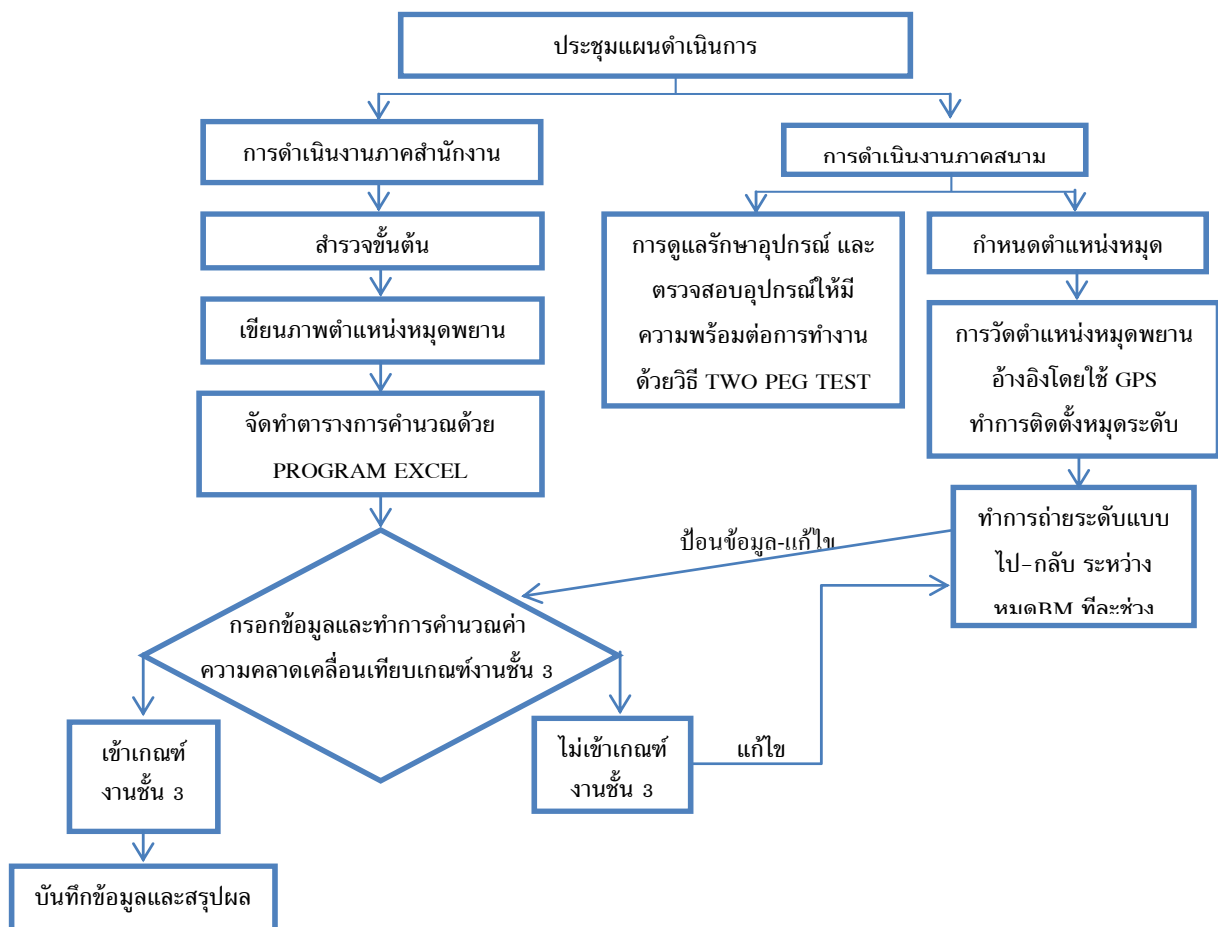
คอนกรีต โดยตำแหน่งที่เกิดค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด ไม่เกินค่าโมเมนต์ดัดที่ยอมให้ ส่งผลให้โครงสร้างอาคารไม่เกิดการแตกร้าว ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับผลการตรวจในสนาม ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้แนวทางในการออกแบบฐานรากอาคารที่มีความแตกต่างกันของชนิดระหว่างฐานรากแผ่และฐานรากเสาเข็มให้สอดคล้องกับสภาพชั้นดินที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน

นพรัตน์ ท้วมประดิษฐ์, คมกริช เวชส์สธ, 2551 ได้ทำการปรับปรุงคันดินถมเร่งการทรุดตัวในการก่อสร้างโครงสร้างระบายน้ำออกของบ่อตากตะกอนโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ ระยะที่ 3 ของการประปานครหลวง จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์การทรุดตัวโดยใช้ทฤษฎีดังกล่าวให้ผลที่สอดคล้องกับการทรุดตัวที่วัดได้จริงในสนามและสามารถลดระยะเวลาในการเร่งการทรุดตัวได้ถึง 223 วัน

### วิธีการดำเนินการศึกษา

#### ขั้นตอนการปฏิบัติโครงการ

ขั้นตอนการปฏิบัติโครงการประกอบด้วยขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาการทำหมุดระดับถาวร



## ผลการศึกษา

ในการถ่ายระดับแต่ละช่วงเราใช้วิธีคำนวณตามมาตรฐานเกณฑ์งานชั้น 3 อ่านค่าระดับแบบ 3 สายใย ในลักษณะของการถ่ายระดับแบบไป-กลับ แล้วทำการคำนวณหาค่าแยังการวัดระดับจากค่า  $(\sum BS - \sum FS) / 3$  แล้วเทียบกับค่าต่างระดับคงที่ ซึ่งในกรณีนี้จะต้องเป็น 0 ค่าแยังการวัดระดับที่ได้จะต้องมีค่าน้อยกว่าค่าที่ยอมรับได้ ตามมาตรฐานเกณฑ์งานชั้น 3 จึงจะมีค่าเท่ากับ  $\pm 12 \text{ mm} \sqrt{k}$  (k ระยะทางหน่วยเป็นกิโลเมตร) ผลจากการถ่ายระดับทั้งหมดได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าผลการถ่ายระดับมีค่าแยังการวัดระดับเป็นที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานเกณฑ์งานชั้น 3 ทั้งสิ้น

ในการวิเคราะห์หาค่าความสูงของหมุดระดับถาวรที่ได้ทำการติดตั้งไว้ทั้งภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตจำนวน 9 หมุด ปรากฏว่าความสูงที่คำนวณปรับแก้แล้วมีค่าความสูงที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยในการคำนวณวิเคราะห์หาค่าความสูงของหมุดระดับถาวรภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตนั้นจะเทียบกับความสูงระดับน้ำทะเลปานกลางโดยการถ่ายระดับออกมาจากหมุดระดับถาวรกรุงเทพมหานคร หมายเลข 2070 ซึ่งทราบค่าระดับน้ำทะเลปานกลางแล้ว จากตารางที่ 2 จะเห็นว่านำความสูงของหมุดต่างๆที่ปรับแก้แล้วมาเทียบกับความสูงระดับน้ำทะเลปานกลาง เพื่อแสดงค่าที่แตกต่างกันของค่าระดับที่หมุด หรือจะนำค่าที่ได้มาเก็บเอาไว้เปรียบเทียบกับค่าระดับการเปลี่ยนแปลงการทรุดตัวของอาคารในอนาคต

ตารางที่ 2 แสดงความสูงที่คำนวณปรับแก้เทียบกับความสูงระดับน้ำทะเลปานกลาง ของหมุดระดับมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ชื่อหมุด	สถานที่	ความสูงที่ปรับแก้เทียบกับความสูงระดับน้ำทะเลปานกลาง (m)
BM 2070 (กทม.)	บนสะพานข้ามคลองประปาหน้าการประปานครหลวง	2.268
BM1	หน้าศาลพระสิริดา ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	1.419
BM 2	ด้านหลังเสาสันติภาพ ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	1.405
6.1	เสาหม้ออาคาร 6 ด้านหน้าทางขวามือด้านหลังเสาสันติภาพ ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	2.209
6.2	มุมห้อง NET 2 กลางอาคาร 6 ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	2.238
6.3	คานพื้นมุมด้านซ้ายหลังอาคาร 6 ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	2.236
6.4	คานพื้นมุมด้านซ้ายหลังอาคาร 6 ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	1.598
6.5	คานพื้นด้านหลังอาคาร 6 (ช่วงกลาง) ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	1.577
6.6	คานพื้นมุมด้านหลังอาคาร 6 ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	1.603
6.7	คานพื้นมุมด้านขวาหลังอาคาร 6 ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	1.637

การวิเคราะห์หาค่าความสูงต่างของหมุด BM1 และ BM2 เมื่อเทียบกับหมุดต่างๆ ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์ดงตารางที่ 3 โดยการนำค่าระดับความสูงของหมุด BM1 และ BM2 มาเป็นค่าเทียบกับค่าระดับความสูงของหมุด 6.1 ถึง 6.7 ต่างกันอยู่เท่าไรเพื่อจะได้นำค่าความสูงต่างไปเทียบกับค่าการทรุดตัวของอาคารในอนาคต

ตารางที่ 3 ตารางแสดงค่าความสูงต่างระหว่างหมุด

ชื่อหมุด	สถานที่	ค่าความต่างระดับเทียบ หมุด BM1 (m)	ค่าความต่างระดับเทียบ หมุด BM2 (m)
6.1	เสาหมุมอาคาร 6 ด้านหน้าทางขวามือ ด้านหลังเสาสันติภาพ ภายใน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์	0.790	0.807
6.2	มุมนห้อง NET 2 กลางอาคาร 6 ภายใน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์	0.819	0.836
6.3	เสากลมอาคาร 6 ด้านหน้าทางซ้ายมือ ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์	0.817	0.834
6.4	คานพื้นมุมนด้านซ้ายหลังอาคาร 6 ภายใน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์	0.179	0.196
6.5	คานพื้นด้านหลังอาคาร 6 (ช่วงกลาง) ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์	0.158	0.175
6.6	คานพื้นมุมนด้านหลังอาคาร 6 ภายใน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์	0.184	0.201
6.7	คานพื้นมุมนด้านขวาหลังอาคาร 6 ภายใน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์	0.218	0.235

### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาด้วยวิธีการสำรวจถ่ายระดับและสร้างหมุดระดับถาวรภายใน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยต์จำนวน 9 หมุด พบว่าค่าความสูงของหมุดที่ได้ทำการปรับค่าแก้แล้ว เทียบกับความสูงระดับน้ำทะเลปานกลาง หมุดระดับทั้งหมดอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังนี้

- หมุด BM1      มีค่าระดับเท่ากับ 1.419 เมตร
- หมุด BM2      มีค่าระดับเท่ากับ 1.405 เมตร
- หมุด 6.1      มีค่าระดับเท่ากับ 2.209 เมตร
- หมุด 6.2      มีค่าระดับเท่ากับ 2.238 เมตร
- หมุด 6.3      มีค่าระดับเท่ากับ 2.236 เมตร
- หมุด 6.4      มีค่าระดับเท่ากับ 1.598 เมตร
- หมุด 6.5      มีค่าระดับเท่ากับ 1.577 เมตร
- หมุด 6.6      มีค่าระดับเท่ากับ 1.603 เมตร
- หมุด 6.7      มีค่าระดับเท่ากับ 1.637 เมตร

โดยค่าความสูงของหมุดต่าง ๆ ที่ได้นั้นมีค่าระดับที่ถูกต้องทั้ง 9 หมุด ยอมรับได้ตามมาตรฐานเกณฑ์งานชั้น 3 ที่  $\pm 12 \text{ mm} \sqrt{k}$  (k ระยะทางหน่วยเป็นกิโลเมตร) โดยการสร้างหมุดระดับถาวรในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่าฐานอ้างอิงเริ่มต้นในการตรวจวัดค่าระดับในปีต่อไป หากค่าระดับในปีถัดไปต่ำกว่าฐานอ้างอิงเริ่มต้นให้วิศวกรฝ่ายอาคารเป็นผู้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขด้วยวิธีใดตามที่เหมาะสม

### ข้อเสนอแนะ

1. ในการตรวจสอบการทรุดตัวของอาคารควรจะถ่ายระดับจากหมุด BM1 หรือ BM2 ที่กำหนดเอาไว้แล้ว เพราะหมุดดังกล่าวมีค่าระดับที่เทียบกับความสูงระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่แล้ว
2. ในการทำหมุดระดับไม่ว่าจะเป็นหมุดระดับถาวรหรือหมุดระดับชั่วคราวเราจำเป็นต้องมีการวัดโยงยึดกับหมุดพยาน ดังแสดงในภาคผนวก เพราะมีความเป็นไปได้ ที่หมุดระดับจะสูญหาย
3. เพลทระดับที่ติดตั้งกับอาคารของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตจำเป็นต้องมีการถ่ายระดับซ้ำทุก ๆ 1 ปี หรือทุก ๆ ครั้งที่เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ เพราะจุดแต่ละจุดจะมีค่าการทรุดตัวไม่เท่ากัน จึงจำเป็นต้องมีการถ่ายระดับซ้ำเพื่อหาค่าการทรุดตัวของตัวอาคาร
4. หากมีการก่อสร้างอาคารเพิ่มเติมในบริเวณใกล้เคียง ควรให้มีการเช็กระดับของตัวอาคารตลอดเวลาจนกระทั่งสิ้นสุดการก่อสร้าง
5. ในการปรับปรุงค่าความสูงของหมุดระดับในอนาคตควรใช้วิธีการถ่ายระดับให้ครอบคลุมหมุดระดับในลักษณะโครงข่ายทางราบทางตั้ง และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตามวิธี Least Square (วิธีกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำสุด) ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน

## บรรณานุกรม

- สมศักดิ์ เอื้ออัสฉมาสัย. (2540). *คู่มือการฝึกสำรวจภูมิประเทศ วิศวกรรมสำรวจ 2 (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. ปทุมธานี: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. (2545). *การสำรวจชั้นสูง. (พิมพ์ครั้งที่ 3)* กรุงเทพมหานคร.
- วิชัย เยี่ยงวีรชน. (2554). *การสำรวจรังวัด ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. (พิมพ์ครั้งที่ 3)* กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- สมหวัง ตันตลัทธิ. (2559). *งานรังวัดทาง*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เจิมศักดิ์ หัวเพชร. (2525). *การสำรวจเส้นทาง*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ.
- วัชรินทร์ วิทย์กุล. (2535). *การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนัช สุขวิมลเสรี. (2540). *การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของค่าความสูงออร์โทเมตริก*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย.
- ธีระ ลาภิศชายกุล. (2550). *โครงข่ายระดับของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. กรุงเทพมหานคร: วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธีระ ลาภิศชายกุล, 2550 : *การศึกษาเพื่อหาระดับของหมุดหลักฐานทางตั้งจากการทำระดับสามสายใยแบบไปและกลับ*
- ธนัช สุขวิมลเสรี, 2540 : *การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของค่าความสูงออร์โทเมตริก*
- กรมศิลปากร, 2540 : *ได้ทำการบูรณะเจดีย์ภูเขาทอง โดยได้เริ่มจากการสำรวจจุดคันดิน เพื่อให้ได้ข้อมูลทางด้านกายภาพ*
- ธณันท์ หินลาดและคณะ, 2556 : *ได้ศึกษาลักษณะทางวิศวกรรมของเจดีย์วัดใหญ่ชัยมงคลและเจดีย์วัดหลังคาขาว*
- สุพรรณษา วิชาญโรจน์, 2555 : *ได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้งานอาคารและการสำรวจการทรุดตัวของอาคารวังมะลิวัลย์*
- ชาญวิทย์ น้อยโฮม, 2557 : *การศึกษาลักษณะการทรุดตัวที่แตกต่างกันระหว่างฐานรากดินและฐานรากเสาเข็ม*
- นพรัตน์ ท่วมประดิษฐ์, คมกริช เวชสิทธิ์, 2555 : *การปรับปรุงคันคันดินถมเร่งการทรุดตัวในการก่อสร้างโครงสร้างระบายน้ำออกของบ่อตากตะกอนโรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ระยะที่ 3*