บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย

ความต้องการพลังงานของมนุษย์มีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ ไม่ว่าจะเป็น ภาคขนส่งและภาคครัวเรือน และซึ่งปัจจุบันปิโตรเลียมอันได้แก่ น้ำมันดิบ หรือ ก๊าซธรรมชาติ จัดเป็นพลังงานหลักที่มนุษย์นำมาใช้ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ วิศวกร รวมไปถึงนักวิจัยด้านปิโตรเลียมให้ความสำคัญ ในด้านวิธีการหาแหล่งปิโตรเลียมใหม่ หรือ การออกแบบแท่นขุดเจาะน้ำมันในทะเล ซึ่งจะต้องคำนึงถึงวิธี ที่จะนำวัถตุดิบขึ้นมาบนฝั่งเพื่อไปที่อุตสาหกรรมปลายน้ำ เช่น โรงกลั่น โรงงานปิโตรเคมี ด้วยเช่นกัน

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย เริ่มพัฒนาขึ้นในช่วงปี 2532 หลังจากที่มีการค้นพบก๊าซธรรมชาติในบริเวณอ่าวไทย และได้มีการก่อตั้งโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติขึ้นทำให้เกิดโครงการอุตสาหกรรมปิโตรเคมีระยะที่ 1 (National Petrochemical Complex 1: NPC 1) ต่อมาในปี 2535 ประเทศไทยได้บรรลุข้อตกลงเขตการค้าเสรีอาเซียน (ASEAN Free Trade Area: AFTA) และต่อมาในปี 2537 รัฐบาลได้มีนโยบายที่จะเปิดเสรีอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเกือบทุกประเภท ยกเว้นผลิตภัณฑ์อะโรเมติกที่จะเปิดเสรีในปี 2542 ตามข้อตกลงต่อองค์การการค้าโลก (WTO) ซึ่งการเปิดเสรีครั้งนี้ทำให้ภาคเอกชนทั้งจากในและต่างประเทศทำการขยายการลงทุนในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย ทำให้รูปแบบการดำเนินงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเปลี่ยนแปลงจากบริษัทรายย่อยมาเป็นกลุ่มโรงงานปิโตรเคมีครบวงจรที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด [9]

ซึ่งหากจะกล่าวถึงโครงสร้างที่ใช้สำหรับงานปิโตรเคมีเพื่อลำเลียงวัตถุดิบที่ได้มาจากทะเลไม่ว่าจะเป็น ก๊าซธรรมชาติ หรือ น้ำมันดิบ รวมไปถึงน้ำมันดิบเหลวจากเรือขนส่ง ที่จะนำมายังโรงกลั่นหรือโรงงานปิโตรเคมี จะประกอบไปด้วย 3 โครงสร้างหลัก ดังนี้

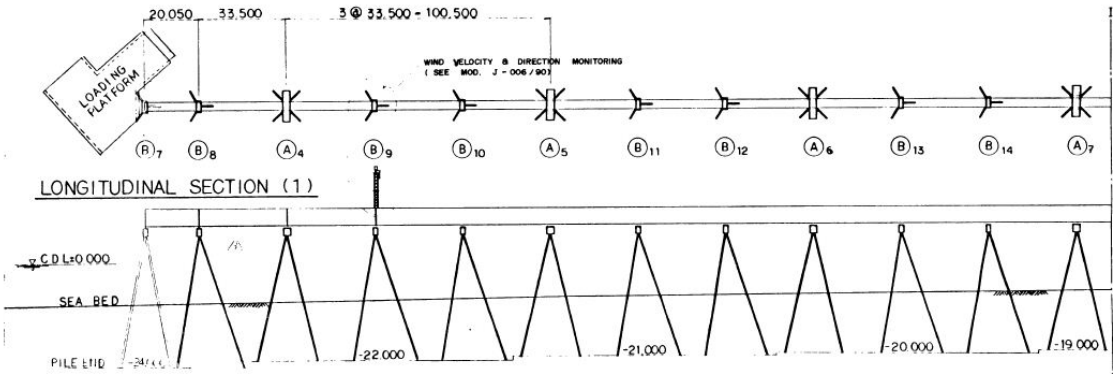
1. ท่าเรือที่อยู่ในทะเล (Jetty Platform) ซึ่งจะคล้ายกับ พื้นที่ปฏิบัติงาน (Operating Platform) แต่จะไม่มีเครื่องจักรที่ใช้ในการแยกของก๊าซธรรมชาติ และ น้ำมันดิบ
2. โครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียมในทะเล (Jetty Bridge)
3. โครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียมบนบก (Pipe Bridge / Pipe Rack)

ในปัจจุบันโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียมในทะเลที่มีอยู่ในบริเวณอ่าวไทย จังหวัดระยอง จะมีความสูงใกล้เคียงกันคือ 14.652 เมตร (ดังรูปที่ 1.1 และ 1.2) โดยขนาดของโครงสร้างที่ใช้จะมีขนาดเดียวกันตลอดในทุกระดับความลึกของน้ำทะเล ทำให้โครงสร้างใหญ่เกินความจำเป็นในบริเวณน้ำตื้น ส่วนบริเวณน้ำลึกซึ่งโครงสร้างมีความชลูดสูงจะทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกลด

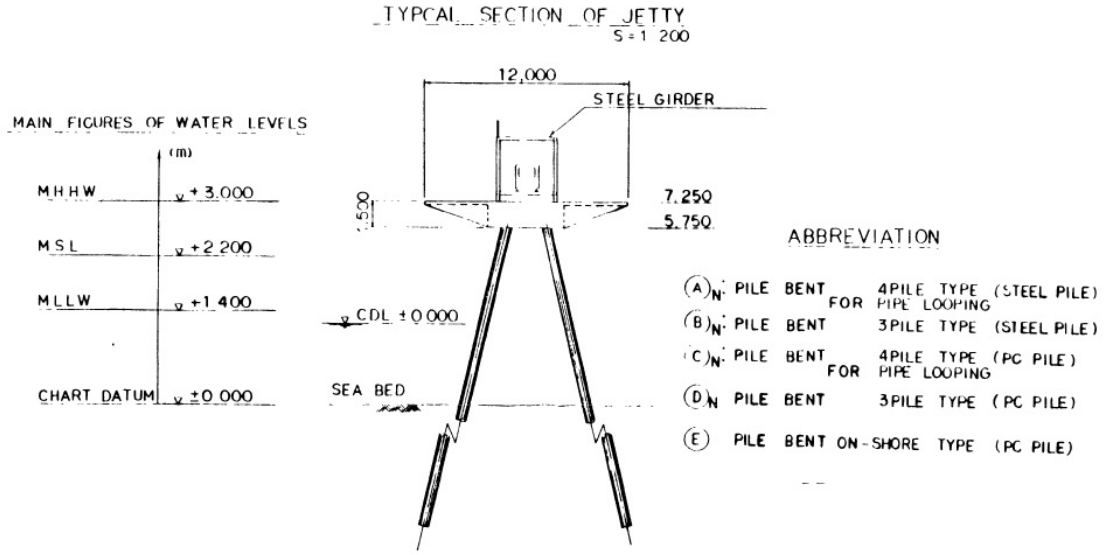
น้อยลงจึงอาจเป็นปัญหาเมื่อมีความต้องการเพิ่มจำนวนท่อส่ง ดังนั้นการตรวจสอบวามสามารถในการรับน้ำหนักและหาแนวทางการเสริมกำลังของโครงสร้างจึงเป็น

งานวิจัยนี้ จะมุมเน้นโครงสร้างที่รับท่อส่งปิโตรเลียมในทะเล หรือที่เรียกว่า "Jetty bridge" โดยโครงสร้าง Jetty bridge จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ

1. โครงสร้างที่รองรับท่อส่งวัตถุดิบ มีลักษณะคล้ายกับ โครงสร้างที่รองรับท่อที่อยู่บนฝั่ง (Pipe rack)
2. โครงสร้างที่รองตัวโครงสร้างด้านบน หรือที่เรียกว่า "Jetty Bridge Sub-Structure" ดังแสดงในรูปที่ 1.3 ถึง 1.5



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียม (Jetty Bridge) ที่อ่าวไทย จังหวัดระยอง



รูปที่ 1.2 รูปด้านของโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียม (Jetty Bridge) ที่อ่าวไทย จังหวัดระยอง

รูปที่ 1.3 ภาพถ่ายของโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียม (Jetty Bridge)

รูปที่ 1.4 ภาพถ่ายของโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียม (Jetty Bridge)

รูปที่ 1.5 ภาพถ่ายของโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียม (Jetty Bridge)

1.2 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวกับโครงสร้างนอกฝั่งทะเล

ในปี 2005 Bhattacharya, Carrington และ Aldridge [1] ได้ศึกษาสภาวะโก่งเดาะในการออกแบบเสาเข็มในชั้นทรายพุ (Liquefiable layer) เมื่อเกิดแผ่นดินไหว ในการศึกษาได้แบ่งประเภทการโก่งเดาะของเสาเข็มเป็นสองประเภทด้วยกันคือ การโก่งเดาะทั้งองค์อาคาร (Global buckling) และการโก่งเดาะเฉพาะที่ (Local buckling) จากการศึกษาพบว่า การโก่งเดาะทั้งองค์อาคาร (Global buckling) ในชั้นทรายพุ (Liquefiable layer) การวิบัติโดยหลักจะเป็นการเคลื่อนที่ไปด้านข้างและยังไม่มีสมการที่ใช้ในการออกแบบที่ชัดเจนหรือตายตัว ดังนั้นงานวิจัยนี้จะแนะนำเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม (Diameter of pile) ที่ต่ำสุดที่ใช้ในการออกแบบเข็มเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาของชั้นดินทรายพุ (Thickness of liquefiable layer) ซึ่งจากการศึกษา เมื่อความหนาของชั้นดินทรายพุเพิ่มขึ้นขนาดเส้นผ่าศูนย์ที่เพิ่มขึ้นของเสาเข็มเหล็ก (Steel tubular pile) จะมีค่าน้อยกว่าเสาเข็มคอนกรีต (Concrete pile) และกรณีการโกงเดาะเฉพาะที่ (Local buckling) ในชั้นดินทรายพุจะพิจารณาแค่หน้าตัดของเสาเข็มเหมือนกับในทุกๆชั้นดิน

ในปี 2013 นายเดชวิทย์ หลานเศษฐา [3] การศึกษาวิธีการออกแบบโครงสร้างแท่นหลุมผลิตปิโตรเลียมแบบเสาเดี่ยวที่มีค้ำยันตามข้อแนะนำ API RP2A-WSD ในการศึกษาจะใช้โครงสร้างที่ใช้สำหรับการพัฒนาแหล่งปิโตรเลียมขนาดเล็กแบบเสาเดี่ยวโดยจะหาตำแหน่งและมุมของการค้ำยันโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุด และจากผลการศึกษาพบว่าการค้ำยันที่ตำแหน่งหนึ่งในสามของความลึกน้ำทะเล และมุมในการค้ำยัน 20 องศาจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนตำแหน่งการค้ำยันขารองรับท่อส่งปิโตรเลียม ที่มีต่อการรับน้ำหนักและกำลังรับแรงของโครงสร้าง

2. เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนมุมเอียงของขาโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียม ที่มีต่อการรับน้ำหนักและกำลังรับแรงของโครงสร้าง

3. เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงขนาดของขารองรับท่อส่งปิโตรเลียม ที่มีต่อการรับน้ำหนักและกำลังรับแรงของโครงสร้าง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การศึกษานี้จะศึกษาโครงสร้างรองรับท่อส่งปิโตรเลียม 3 ขา ใน 2 กรณีคือ โครงสร้างที่มีอยู่แล้วในอ่าวไทยและโครงสร้างใหม่ โดยจะจำลองโครงสร้างเป็นโครงข้อแข็ง 3 มิติ จำนวน 334 โครงสร้าง โดยมีตำแหน่งการค้ำยันจากตำแหน่ง 0.5 เมตร ถึง 13.5 เมตร จากตำแหน่งสูงสุดของโครงสร้าง ความสูงของโครงสร้างที่ 10 เมตร ถึง 20 เมตร มุมการวางขาของโครงสร้างที่ 5 องศา ถึง 45 องศาจากแนวดิ่งและความหนาของโครงสร้างที่ 8 มิลลิเมตร ถึง 17 มิลลิเมตร และคำนวณหาน้ำหนักวิกฤติและกำลังรับแรงของโครงสร้าง โดยโปรแกรม STAAD.Pro

2. การจำลองโครงสร้าง มีเงื่อนไขของฐานรองรับเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบยึดหมุนและแบบยึดแน่น

3. การศึกษานี้ไม่พิจารณาถึงมวลที่เพิ่มขึ้นจากมวลน้ำจากน้ำทะเล

4. ข้อมูลด้านขนาดเหล็กของโครงสร้างจะใช้ข้อมูลจากโครงสร้างปัจจุบันที่ตั้งอยู่ในอ่าวไทยซึ่งความสูงของโครงสร้างเท่ากับ 14.652 เมตร มีมุมการวางขาหน้าและขาหลังวัดจากแนวดิ่งเท่ากับ 17.912

องศา และ9.177 องศาตามลำดับ และขารองรับโครงสร้างมีความหนา 12 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาคผนวก ง

5. การคำนวนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกออกแบบของโครงสร้างจะใช้ข้อกำหนดการออกแบบ AISC ปี 1989 [4] โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

1. ทำการศึกษาข้อมูลและวิธีการออกแบบของโครงสร้างฐานรองรับท่อส่งปิโตรเลียมที่มีอยู่ในอ่าวไทยและทำการศึกษาพารามิเตอร์ในการออกแบบต่างๆได้แก่ คาบคลื่น ความสูงคลื่น ความลึกน้ำทะเล และน้ำหนักของท่อรับ-ส่งปิโตรเลียม

2. ทำการศึกษาทฤษฎีการหาค่าน้ำหนักวิกฤติ (Critical Load) และกำลังรับแรงของโครงสร้างตามข้อกำหนดการออกแบบ AISC ปี 1989 [4] โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Allowable Stress Design) เพื่อนำไปเปรียบเทียบผลที่ได้จากการหาน้ำหนักวิกฤติ และกำลังรับแรงของโครงสร้างจากโปรแกรม STAAD.Pro

3. สร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของโครงสร้างฐานรองรับท่อส่งปิโตรเลียมเหล็กเป็นโครงข้อแข็ง 3 มิติ แล้วหาค่าน้ำหนักวิกฤติ และกำลังรับแรงของโครงสร้างตามข้อกำหนดการออกแบบ AISC ปี 1989 [4] โดยวิธีกำลังที่ยอมให้

4. เปรียบเทียบผลศึกษาของน้ำหนักวิกฤติ และกำลังการรับแรงของโครงสร้างตามข้อกำหนดการออกแบบ AISC ปี 1989 [4] ที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูปกับทฤษฎีการหาน้ำหนักวิกฤติ

5. ศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ตำแหน่งของค้ำยัน (Bracing), มุมในการวางขาของโครงสร้าง, ความสูง, ความหนาของขารองรับท่อส่งปิโตรเลียม และ ประเภทของฐานรองรับ ที่มีผลต่อน้ำหนักวิกฤติ (Critical Load) และกำลังรับแรงของโครงสร้าง