

บทที่ 1

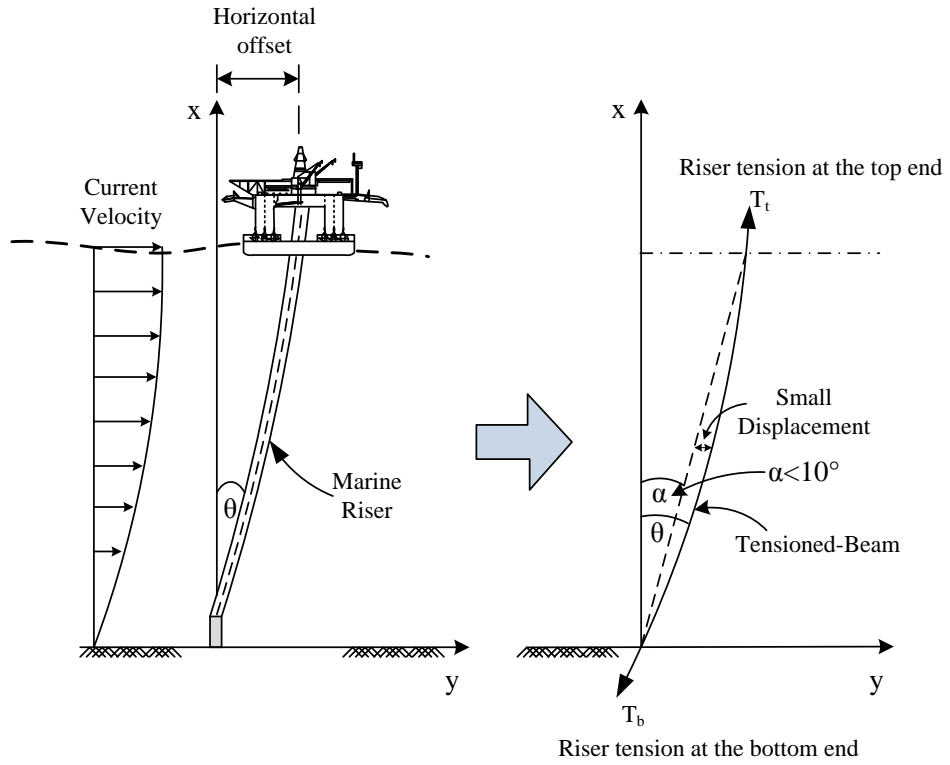
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

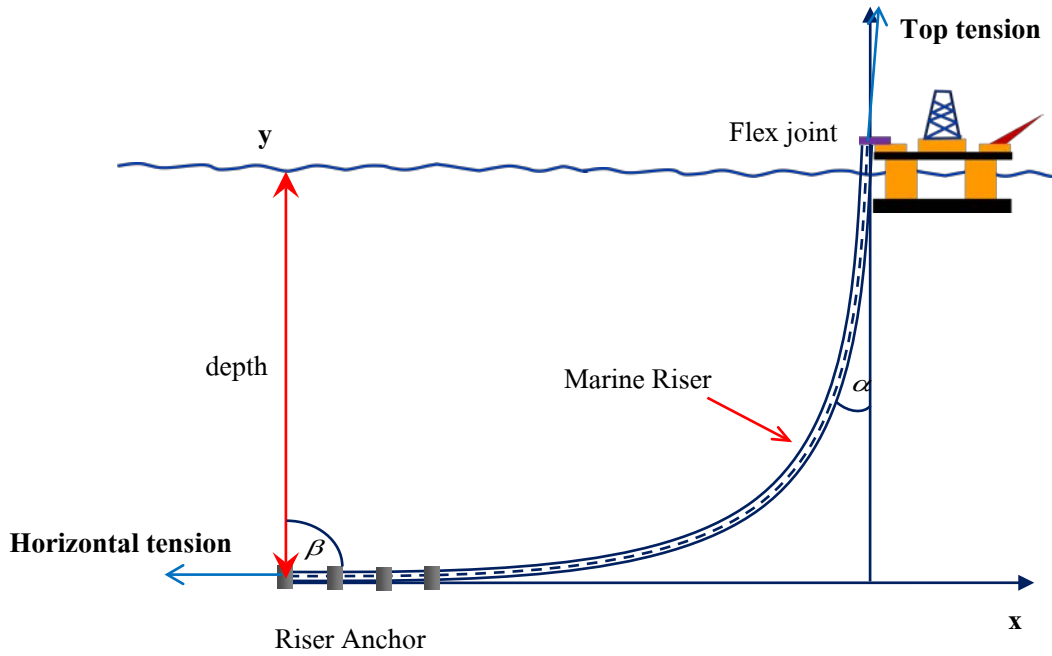
จากความต้องการพลังงานภายในประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี จึงส่งผลให้มีบริษัทน้ำมันจำนวนมากเข้ามาลงทุนสำรวจปิโตรเลียมในฐานะผู้รับสัมปทาน ทำให้ภาครัฐดำเนินงานสำรวจปิโตรเลียมภายใต้พระราชบัญญัติปิโตรเลียม พ.ศ. 2514 นับตั้งแต่ประเทศไทยได้ประกาศใช้กฎหมายว่าด้วยปิโตรเลียมครั้งแรกในปี พ.ศ. 2514 จึงส่งผลให้มีบริษัทน้ำมันจำนวนมากเข้ามาลงทุนสำรวจปิโตรเลียมในฐานะผู้รับสัมปทานปิโตรเลียม จนกระทั่งได้พบแหล่งก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยและเริ่มการผลิตจากแหล่งเอราวัณได้ครั้งแรกในปี 2524 ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้ก๊าซธรรมชาติที่สะอาดเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทดแทนการใช้น้ำมันเตา และยังเป็นจุดเริ่มต้นของอุตสาหกรรม ปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ ในประเทศ ซึ่งมีส่วนในการสร้างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจให้แก่ประเทศจนถึงปัจจุบัน [1]

ส่วนประกอบที่สำคัญที่จะได้มาซึ่งพลังงานที่อยู่ใต้ทะเลนั้นก็คือ ท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล (Marine Riser) ซึ่งเป็น โครงสร้างที่มีการอ่อนตัวสูงเนื่องจากเป็นท่อที่มีความยาวมากและวางตัวในแนวโค้ง ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ประกอบกับสภาวะทางทะเลที่ปั่นป่วนจากอิทธิพลจากมรสุมและพายุ นอกจากนี้ระดับความลึกของน้ำทะเลในระดับต่าง ๆ นั้นจะทำให้ท่อขุดเจาะได้รับผลกระทบจากแรงลากของน้ำทะเลที่ในระดับความลึกต่าง ๆ รวมไปถึงน้ำหนักของท่อขุดเจาะเอง โครงสร้างของท่อขุดเจาะจึงมีโอกาสที่จะเกิดการแอ่นตัวเป็นเส้นโค้งได้มาก จึงจำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์ทั้งแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญห ทำให้โครงสร้างดังกล่าวมีความยุ่งยากในการวิเคราะห์และออกแบบเป็นอย่างมาก

ท่อขุดเจาะและลำเลียงน้ำมันที่ใช้ในกิจการปิโตรเลียมของไทยในปัจจุบัน ยังไม่มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบที่สามารถนำมาใช้ได้จริง ล้วนแล้วแต่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีและบุคลากรในการออกแบบและการก่อสร้างจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น ซึ่งการนำเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาจากต่างประเทศแล้วมาใช้ นั้น จะส่งผลกระทบทำให้ต้นทุนทางด้านการวิเคราะห์และการออกแบบนั้นสูงตามไปด้วย



รูปที่ 1.1 ท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล (Marine Riser)



รูปที่ 1.2 ท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลแบบเส้นโค้งคาร์ทีนารี

เพื่อที่จะให้ต้นทุนในการวิเคราะห์และออกแบบนั้นต่ำลง โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่าย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลในสถานะแวดล้อมที่รับแรงกระทำจากกระแสน้ำและแรงดันจากของไหลภายในและภายนอกท่อขุดเจาะและสามารถวิเคราะห์การแอ่นตัวมากของท่อได้ในกรณีที่ท่อมีการวางตัวคล้ายเส้นโค้งคาร์ทีนารีในสองมิติ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 โปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นนี้ ถูกพัฒนาขึ้นโดยโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 ใช้ภาษา C# ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างไฟล์เพื่อติดตั้งและสามารถทำการเผยแพร่ได้

1.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันความต้องการของพลังงานทั่วทุกมุม โลกมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นทุกปี จึงทำให้เกิดการเติบโตของเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมมากขึ้นในหลายประเทศอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลได้รับความสนใจจากนักวิจัยจำนวนมาก ดังรายงานไว้โดย Chakrabarti และ Frampton [2], Ertas และ Kozik [3], Jain [4] และ Patel และ Seyed [5]

ในช่วงปี 1970-1990 การวิเคราะห์ท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลอยู่ภายใต้สมมุติฐานว่าท่อมีการแอ่นตัวน้อยและมีพฤติกรรมคล้ายกับคานรับแรงดึง (Tension Beam) [6, 7] ต่อมาในช่วงปี 1971-1980 ได้เริ่มมีการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ และเริ่มศึกษาพฤติกรรมที่ไม่เชิงเส้นจากแรงกระทำพลศาสตร์ โดยอาศัยการใช้ระเบียบวิธีการเชิงตัวเลขทั้งวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์และวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์มาช่วยในการวิเคราะห์ [8-11] หลังจากนั้นวิวัฒนาการทางคอมพิวเตอร์ได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้การวิจัยท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล ช่วงปี 1980 เป็นต้นมา มีการพัฒนาเทคโนโลยีไปอย่างรวดเร็ว โดยเริ่มมีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลในสามมิติ [12] จากนั้นได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นในต่างประเทศเพื่อประโยชน์ทางการค้ามากขึ้น อย่างไรก็ตามโปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวที่ถูกพัฒนาในต่างประเทศนี้มีราคาสูงมากและมีข้อจำกัดในด้านการใช้งานหลายอย่าง ทำให้งานวิจัยในปัจจุบันจำนวนมากยังคงอาศัยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้ขึ้นเองตามแต่กรณีศึกษาของผู้วิจัย

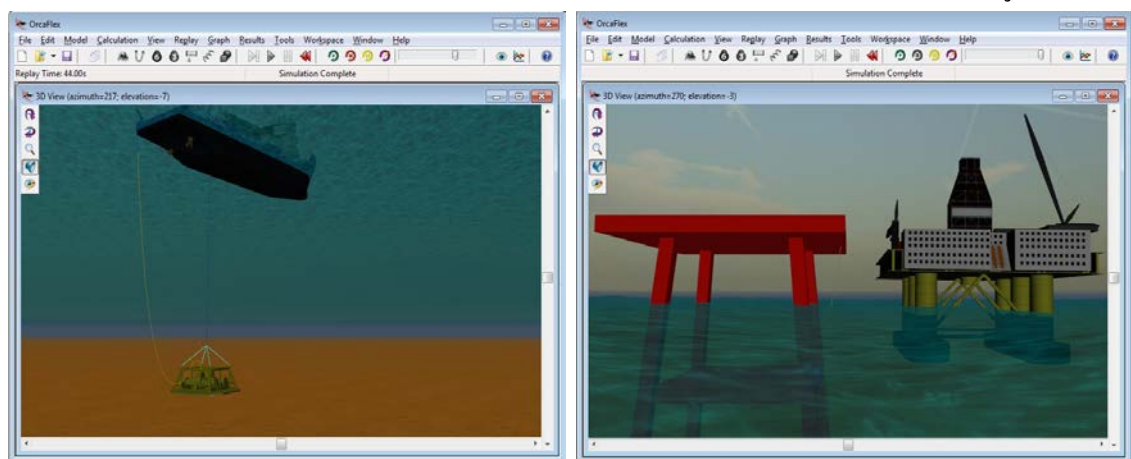
ในปี 2003 Chucheeprajakul และคณะ [13] ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลที่คำนึงถึงผลของการเสีรูปร่างตามแนวแกนขึ้น โดยใช้การวิเคราะห์แบบไม่เชิงเส้นในพฤติกรรมทางสถิติศาสตร์และพลศาสตร์เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหา ต่อมาในปี 2004 Monprapussorn และคณะ [14] พัฒนาแบบจำลองดังกล่าวโดยการเพิ่มการพิจารณาการเสีรูปร่าง

ตามแนวรัศมี เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของปฏิสัมพันธ์ของของไหลในท่อกับตัวท่อที่ส่งผลให้ท่อมีการเสียดรูปทั้งแนวแกนและแนวรัศมี ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการไหลภายในท่อ ซึ่งผลที่ได้นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของท่อจุดเจาะและลำเลียงของไหล หลังจากนั้นในปี 2008 Athisakul [15] ได้นำเสนอแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ท่อจุดเจาะและลำเลียงของไหลในทะเลที่มีการเสียดรูปได้มากในสามมิติ ทำให้สามารถวิเคราะห์และศึกษาพฤติกรรมต่างๆของท่อซึ่งอยู่ในสภาวะการรับแรงในสามมิติได้ และในปี 2009 Pusuwan และคณะ [16] ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของท่อจุดเจาะและลำเลียงของไหลได้ทะเลที่มีการวางตัวในแนวโค้งที่สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมทางสถิติศาสตร์ของท่อจุดเจาะและลำเลียงของไหลได้ทะเลโดยใช้โปรแกรม MATLAB อย่างไรก็ตามโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการวิจัย โดยเฉพาะจึงยากต่อการเผยแพร่ให้แก่วิศวกรทั่วไป เนื่องจากมีรูปแบบการป้อนข้อมูลและแสดงผลยุ่งยาก จึงไม่สะดวกต่อการใช้งาน ดังนั้น โครงการวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ขึ้นเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์หาสถานะสมดุลและแรงภายในที่เกิดขึ้นภายในท่อจุดเจาะและลำเลียงของไหลได้ทะเลใน 2 มิติ ให้สะดวกต่อการใช้งาน และสามารถเผยแพร่ต่อวิศวกรและนักวิจัยภายในประเทศต่อไป

ในส่วนของโปรแกรมการออกแบบท่อจุดเจาะและลำเลียงของไหลได้ทะเลนั้นได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องในต่างประเทศ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) Orca Flex

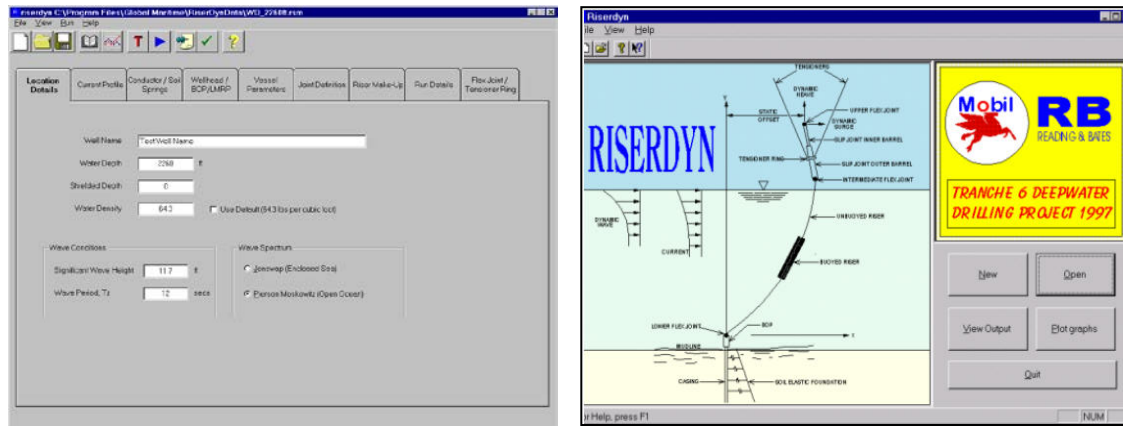
โปรแกรม Orca Flex ถูกพัฒนาโดย Orcina ประเทศสหราชอาณาจักร Cambria เป็นโปรแกรมที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยในการคำนวณหาคำตอบทางสถิติศาสตร์และพลศาสตร์ ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แสดงภาพตัวอย่าง โปรแกรม Orca Flex [17]

2) RISERDYN (Riser Analysis Program)

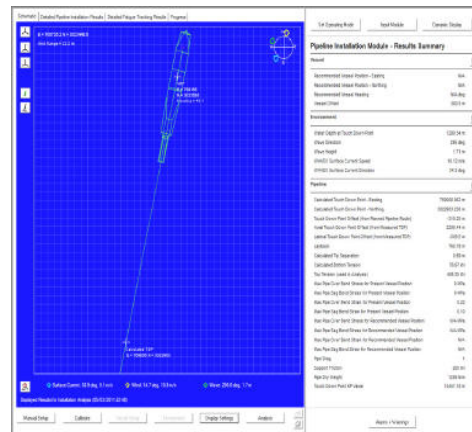
โปรแกรม RISERDYN ถูกพัฒนาโดยบริษัท Global Maritime ในประเทศอังกฤษ RISERDYN เป็นโปรแกรมที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยในการคำนวณหาคำตอบทางสถิติศาสตร์และพลศาสตร์ ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงภาพตัวอย่างโปรแกรม RISERDYN [18]

3) OPTILAY

โปรแกรม OptiLay พัฒนาโดย MCS Kenny NEWCASTLE OptiLay เป็นโปรแกรมที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยในการคำนวณหาคำตอบทางสถิติศาสตร์และพลศาสตร์ ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงภาพตัวอย่างโปรแกรม OPTILAY [19]

นอกจากโปรแกรมดังกล่าวแล้วยังมีโปรแกรมต่าง ๆ เช่น DeepRiser, Flexcom, Ariane-3Dynamic, PipeLay, Optima ที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หรือออกแบบท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลอยู่แล้วเป็นจำนวนมาก แต่โปรแกรมที่ผลิตขึ้นล้วนพัฒนาขึ้นจากบริษัทและสมาคมต่างๆ ในต่างประเทศทั้งสิ้น ทำให้วิศวกรในประเทศไทยที่หวังจะศึกษาหรือวิจัยในสาขานี้มีความยากลำบากเนื่องจากต้องพึ่งพาโปรแกรมที่ผลิตขึ้นจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลในทะเลจึงมีแนวโน้มที่จะมีส่วนในการช่วยพัฒนาการศึกษาและวิจัยในสาขาวิศวกรรมนอกฝั่งได้อย่างยั่งยืน

ประเทศไทยได้มีการแสวงหาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติซึ่งมีอยู่บนแผ่นดินและในบริเวณอ่าวไทยมาเป็นเวลาหลายสิบปี โดยในอ่าวไทยจัดเป็นพื้นที่เขตนํ้าตื้น เนื่องจากมีระดับความลึกของนํ้าทะเลเฉลี่ยเพียง 45 เมตร แต่ด้วยความต้องการพลังงานที่มีอยู่อย่างไม่จำกัดทำให้เกิดการขยายพื้นที่สำรวจไปสู่ทะเลอันดามัน ซึ่งมีความลึกของนํ้าทะเลมากกว่าทะเลทางฝั่งอ่าวไทย จากข้อมูลของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ (สำรวจเมื่อสิ้นปี 2550) พบว่ามีจำนวนแท่นขุดเจาะและผลิตปิโตรเลียมในอ่าวไทยทั้งสิ้น 225 แท่น และมีเรือผลิตและกักเก็บ 9 ลำ ดังที่แสดงในตารางที่ 1.1 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าการพัฒนาและเร่งให้มีการผลิตน้ำมันออกมาอย่างเร่งด่วนเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากร โดยส่วนประกอบที่สำคัญที่จะได้มาซึ่งพลังงานที่อยู่ใต้น้ำก็คือท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล (Marine Riser) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีการอ่อนตัวสูงเนื่องจากเป็นท่อที่มีความยาวมากและวางตัวในแนวโค้งดังแสดงในรูปที่ 1.1 ประกอบกับสภาวะแวดล้อมทางทะเลที่ปั่นป่วนจากอิทธิพลของมรสุมและพายุ ทำให้โครงสร้างดังกล่าวมีความยุ่งยากในการวิเคราะห์และออกแบบเป็นอย่างมาก ซึ่งท่อขุดเจาะและลำเลียงน้ำมันที่ใช้ในกิจการปิโตรเลียมของไทยในปัจจุบันล้วนแล้วแต่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีและบุคลากรในการออกแบบและการก่อสร้างจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น

ดังนั้นงานวิจัยในโครงการนี้จะมุ่งที่จะพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลในสภาวะแวดล้อมที่รับแรงกระทำจากกระแสนํ้าและแรงดันจากของไหลภายในและภายนอกท่อ

ตารางที่ 1.1 แสดงจำนวนแท่นขุดเจาะและผลิตปิโตรเลียมภายในอ่าวไทยตามแหล่งต่างๆแบ่งตามประเภทการใช้งาน สิ้นปีพุทธศักราช 2550 อ้างอิงจากกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติกระทรวงพลังงาน

บริษัท	แหล่ง	ประเภทแท่นอุปกรณ์ผลิต							เรือผลิตและกักเก็บ	
		WHP	PP	CP	CPP	LQ	RP	FP	FPSO	FSU,FSO
ยูโนแคล	เอราวัณ	25	4	1	1	2	0	4	0	1
	บรรพต	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	สตูล	13	0	0	1	1	0	1	0	0
	ปลาทอง	8	0	0	3	1	0	1	0	1
	ปลาแดง	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ปลาหมึก	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	กะพง	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	สุราษฎร์	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	ยะลา	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	ฟูนาน	13	0	0	1	1	0	1	0	0
	จักรวาล	9	0	0	1	0	0	0	0	0
	ไพลน	12	0	0	1	1	0	1	0	0
	ไพลินเหนือ	8	0	0	1	0	0	1	0	0
	ตราด	3	0	0	0	0	0	0	0	0
โกมินทร์	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
ปตท.สผ.	บงกช	17	0	0	1	1	1	1	0	1
	อาทิตย์	6	0	0	0	0	0	1	0	0
ปตท.สผ.สยาม	นางนวล	1	1	0	0	0	0	0	0	1
เพิร์ลออย	จัสมิน	1	1	0	0	0	0	0	1	0
เซฟรอน	เบญจมาศ	15	1	0	0	1	0	0	0	1
	เบญจมาศเหนือ	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	คันดา	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	จามจุรีเหนือ	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	ทานตะวัน	6	0	0	0	0	0	0	1	0
	ราชพฤกษ์	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ชบา	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	มะลิวัลย์	3	0	0	0	0	0	0	0	0
ปตท.		0	0	0	0	0	1	1	0	0
พื้นที่พัฒนาร่วม ไทย-มาเลเซีย		7	1	0	0	1	0	0	0	1
รวมทั้งหมด		183	8	1	10	9	2	12	2	6

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงทฤษฎีและกระบวนการในการวิเคราะห์พฤติกรรมทางสถิติศาสตร์ของท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล
3. เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมทางสถิติศาสตร์ของท่อชุดเจาะและลำเลียงน้ำมันภายใต้สภาวะแวดล้อมของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน
4. เพื่อเผยแพร่ความรู้จากงานวิจัยให้แก่วิศวกรที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลได้อย่างถูกต้อง
5. เพื่อพัฒนาความสามารถในด้านการประดิษฐ์คิดค้นโปรแกรมการวิเคราะห์โครงสร้างนอกฝั่งโดยลดการพึ่งพาบุคลากรและเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลเท่านั้น
2. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้สำหรับวิเคราะห์ท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลที่รับแรงกระทำในสองมิติ
3. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถวิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ของท่อ 2 กรณีดังนี้ 1) กรณีที่ท่อวางตัวเกือบตรงในแนวตั้ง (Near-Vertical Riser) ภายใต้สมมุติฐานว่าท่อเกิดการเคลื่อนที่น้อย และ 2) กรณีที่ท่อมีการแอ่นตัวมากและมีลักษณะการวางตัวคล้ายเส้นโค้งคาร์ทีนารี (Catenary Risers)
4. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านสถิติศาสตร์ของท่อ กรณีที่มีแรงดึงเกิดขึ้นภายในท่อ โมเมนต์ดัด แรงเฉือน ความเค้น ความเครียด อันเกิดจากแรงกระทำเนื่องจากกระแส น้ำหนักของท่อ และการชนถ่ายไหลภายในท่อ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ได้โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลซึ่งนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมในลำดับถัดไป
2. ทำให้เกิดการยกระดับความสามารถในด้านการศึกษาวิจัยในสาขาวิศวกรรมนอกฝั่ง และเผยแพร่ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัยและประเทศให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมทางสถิติศาสตร์ของท่อชุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล ภายใต้สภาวะแวดล้อมของอ่าวไทย และทะเลอันดามัน สามารถนำไปเผยแพร่ในวารสารวิชาการทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ
4. งานวิจัยครั้งนี้มีประโยชน์ต่อหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ไม่ว่าจะเป็นกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน บริษัทออกแบบ บริษัทผู้ได้รับสัมปทานปิโตรเลียม และบริษัทอื่นๆที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถนำโปรแกรมที่ได้จากโครงการนี้ไปใช้ในการตรวจสอบสภาพความแข็งแรงของท่อให้ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม