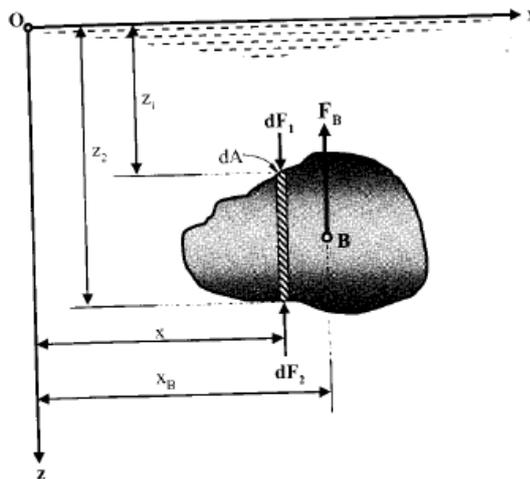


## บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ทฤษฎีและสมมติฐาน

#### 2.1.1 แรงลอยตัว [3]

โดยปรากฏการณ์ของธรรมชาติจะพบว่าเมื่อวัตถุจมลงในของเหลว (อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งก้อนวัตถุ) น้ำหนักของวัตถุจะลดลงโดยมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มันมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จม ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการและสมมติฐานของของไหลที่ว่า ของไหลจะมีแรงดันกระทำตั้งฉากกับผิวสัมผัสและแปรผันตามความลึก ดังนั้นเมื่อวัตถุจมในของเหลว ของเหลวจะมีแรงดันกระทำตลอดทั่วทั้งผิววัตถุส่วนที่จม ขอบผิวด้านล่างจะมีความลึกจากผิวของเหลวมากกว่าผิวด้านบนเสมอ แรงที่กระทำต่อผิวด้านล่างโดยดันขึ้นจะมีค่ามากกว่าแรงที่กระทำต่อผิวที่ด้านล่าง จึงทำให้มีแรงพยุงวัตถุนั้น เรียกว่า แรงลอยตัว ซึ่งจะมีขนาดของแรงเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จม มีทิศทางอยู่ในแนวตั้งสวนทางกับทิศทางแรงดึงดูดของโลก ตำแหน่งของแรงนี้กระทำอยู่ที่จุดศูนย์กลางของปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมนั้น ซึ่งเรียกว่า Center of Bouyancy หรือ ตำแหน่ง B ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แรงลอยตัว

จากรูปที่ 2.1 พิจารณาแท่งเล็กๆ มีขนาดหน้าตัด  $dA$  ในก้อนวัตถุซึ่งจมอยู่ในของเหลวที่มีน้ำหนักจำเพาะ  $\gamma$  มีความลึกจากผิวของเหลวถึงผิวด้านบนของแท่งเล็กๆ เท่ากับ  $z_1$  และผิวด้านล่างมีความลึกจากผิวของเหลวเท่ากับ  $z_2$  ดังนั้นแรงกระทำที่ผิวด้านบน  $dF_1 = \gamma z_1 dA$  และ

ที่ผิวด้านล่าง  $dF_2 = \gamma z_2 dA$  ถ้าให้  $dF_B$  เป็นแรงลอยตัวย่อยๆ ที่ของเหลวกระทำกับแท่งเล็กๆนี้ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} dF_B &= dF_2 - dF_1 \\ &= \gamma z_2 - \gamma z_1 dA \\ dF_B &= \gamma dV \end{aligned}$$

เมื่อ  $dV$  คือปริมาตรของแท่งเล็กๆในก้อนวัตถุ และ  $F_B$  คือผลรวมของแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทั้งก้อน

$$\begin{aligned} F_B &= \int_V dF_B = \int_V \gamma dV \\ F_B &= \gamma V \end{aligned} \quad (2.1)$$

เมื่อ  $V$  คือปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลว

ให้  $dM_0$  เป็นโมเมนต์เนื่องจากแรงลอยตัวย่อยๆ กระทำรอบแกน  $O_y$

$$dM_0 = x dV$$

เมื่อ  $M_0$  คือ ผลรวมของโมเมนต์รอบแกน  $O_y$  มีค่าเท่ากับผลคูณของ

$$\begin{aligned} M_0 &= \int_V dM_0 = \int_V x dV \\ M_0 &= \gamma x_c V = F_B x_B \\ \gamma x_c V &= \gamma x_B V \end{aligned} \quad (2.2)$$

จากสมการที่ 2.2 จะได้  $x_c = x_B$  นั่นคือ ตำแหน่งที่ผลรวมของแรงลอยตัวกระทำต่อวัตถุทั้งก้อนอยู่ที่จุดศูนย์กลางของปริมาตรวัตถุส่วนที่จม

ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของวัตถุ คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรและน้ำหนักของวัตถุ โดยวัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะมีน้ำหนักมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบในปริมาตรที่เท่ากันและวัตถุจะไม่จมลงไปของเหลวเมื่อวัตถุนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลววัตถุจะลอยปริ่มของเหลวเมื่อวัตถุนั้นมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับของเหลววัตถุจะจมลงไปของเหลวเมื่อวัตถุนั้นมีความหนาแน่นมากกว่า โดยที่หน่วยของความหนาแน่น คือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ ) และมีรูปสมการคือ

ความหนาแน่นเฉลี่ย = ผลหารระหว่างมวลรวมกับปริมาตรรวม ดังสมการ

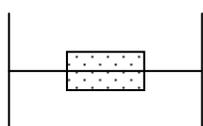
หรือ 
$$\rho = \frac{M}{V} \quad (2.3)$$

โดยที่  $\rho$  คือความหนาแน่นของวัตถุ (หน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

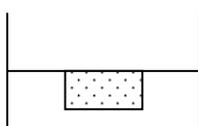
$m$  คือมวลรวมของวัตถุ (หน่วย กิโลกรัม)

$V$  คือปริมาตรรวมของวัตถุ (หน่วย ลูกบาศก์เมตร)

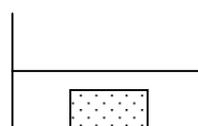
แรงลอยตัว (buoyant force) หรือแรงพยุงของของเหลวทุกชนิด เป็นไปตามหลักของอาร์คิมิดีส (Archimedes' Principle) ซึ่งกล่าวว่า แรงลอยตัวหรือแรงพยุงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ มีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลว



วัตถุ < ของเหลว



วัตถุ = ของเหลว



วัตถุ > ของเหลว

รูปที่ 2.2 ความหนาแน่นของวัตถุที่มีผลต่อการลอยตัว

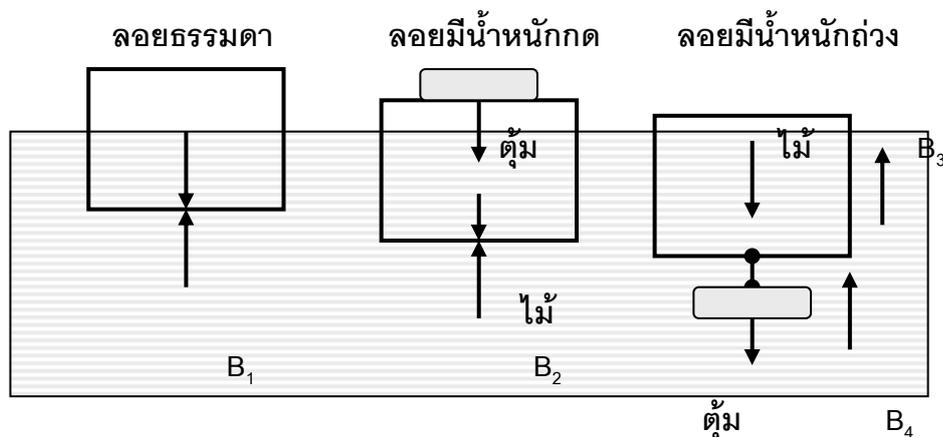
จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าการลอยตัวของวัตถุใดๆ นั้น ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุเป็นหลัก โดยมีสมการที่ใช้จำลองพฤติกรรม ดังนี้

$$\begin{aligned} &= M / V \\ \text{หรือ} \quad M &= V \\ \text{ดังนั้น} \quad Mg &= Vg \\ \text{แรงลอยตัว} &= \text{น้ำหนักของของเหลวปริมาตรเท่าวัตถุส่วนจม} \\ &= \text{ของเหลว} V_{\text{ส่วนจม}} g \\ \text{น้ำหนักของวัตถุ} &= \text{น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่} \\ \text{เมื่อ} &= \text{ความหนาแน่น} \\ M &= \text{มวลของวัตถุ} \end{aligned}$$

$$V = \text{ปริมาณ}$$

$$g = \text{แรงโน้มถ่วง}$$

ดังนั้นหากวัตถุที่อยู่ในของเหลวไม่ลอย แต่เมื่อทำการชั่งน้ำหนักวัตถุดังกล่าวในของเหลว ก็จะได้น้ำหนักที่น้อยกว่าการชั่งน้ำหนักวัตถุนั้นในอากาศ โดยน้ำหนักที่หายไปจะมีค่าเท่ากับ น้ำหนักของเหลวปริมาตรเท่าวัตถุหรือก็คือ แรงลอยตัว นั่นเอง ทั้งนี้วัตถุนั้นจะสามารถลอยตัวได้ก็ต่อเมื่อมีลักษณะที่เข้าหลักเกณฑ์ คือ วัตถุสามารถลอยนิ่งในของเหลวได้แม้ไม่มีเชือกผูก หรือถ้ามีเชือกผูกเชือกก็ต้องหย่อน รวมทั้งวัตถุที่จมแต่ไม่ถึงก้นภาชนะด้วย นอกจากนี้ผลจากการลอยตัวของวัตถุในน้ำ ยังสามารถแบ่งตามพฤติกรรมการลอยตัวได้อีกตามน้ำหนักที่กดทับ กล่าวคือ การลอยตัวของวัตถุในน้ำ นอกจากจะมีน้ำหนักของวัตถุนั้นแล้ว บางครั้งยังมีการใส่น้ำหนักให้กับวัตถุอีก ซึ่งหากการใส่น้ำหนักดังกล่าวยังทำให้วัตถุลอยอยู่ได้ก็แสดงว่า วัตถุเกิดความสมดุลของแรงระหว่างน้ำหนักของวัตถุและน้ำหนักที่ใส่เพิ่มกับแรงลอยตัวของของเหลวหรือน้ำที่กระทำต่อวัตถุ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะของวัตถุที่เรียกได้ว่าการลอยตัวในน้ำได้

เสถียรภาพการทรงตัวของวัตถุในของเหลว

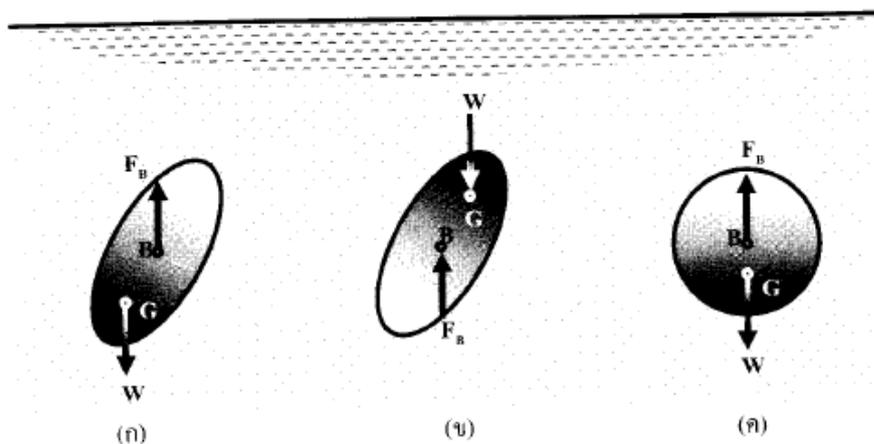
การทรงตัวในของเหลวจะมีเสถียรภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งศูนย์กลางของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ (Center of Bouyancy) และตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุ (Center of Gravity)

เสถียรภาพการทรงตัวของวัตถุในของเหลว มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. เสถียรภาพการทรงตัวของวัตถุจมในของเหลว (Stability of Submerged Bodies)
 

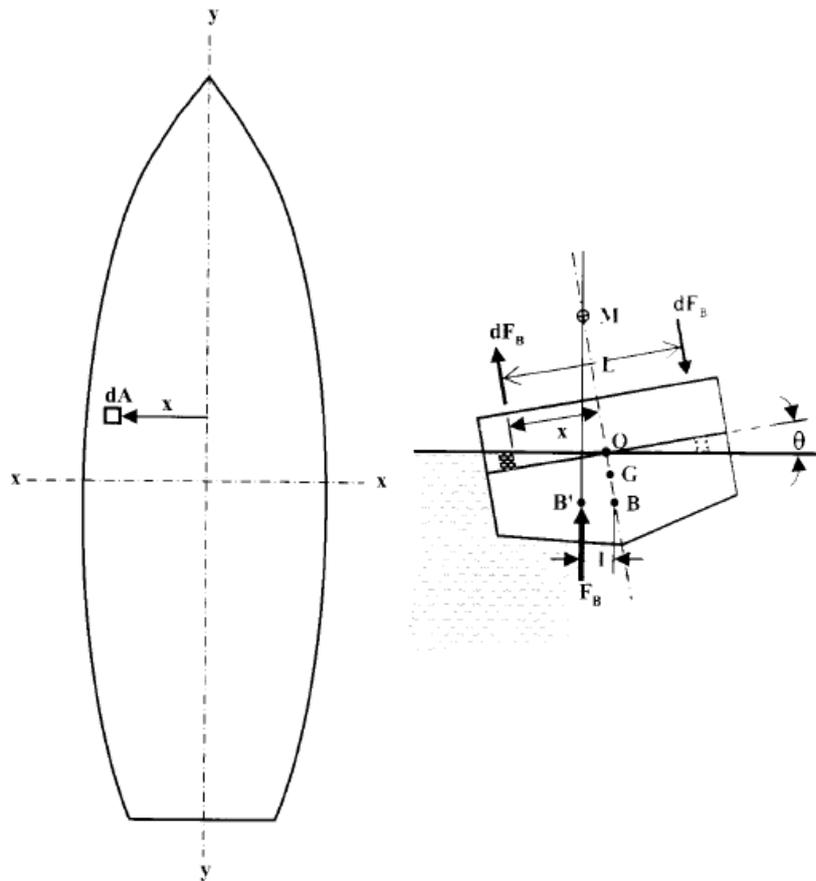
เมื่อวัตถุจมในของเหลวจะมีแรงลอยตัวและน้ำหนักอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งจะส่งผลให้มีการทรงตัวอยู่ 3 ลักษณะ โดยพิจารณาจากตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุ และตำแหน่งของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ คือ

  - การทรงตัวอย่างมีเสถียรภาพ (Stable) เมื่อมีแรงภายนอกมากจะทำให้วัตถุเอียงไปจากแนวสมมุติเดิม หากตำแหน่งของศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งศูนย์กลางของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ จะทำให้แรงลอยตัวและน้ำหนักเกิดเป็นแรงคู่ควบ (Couple) ดันให้วัตถุเอียงกลับ ซึ่งไม่ทำให้เกิดการพลิกคว่ำ ดังแสดงในรูป 2.4(ก)
  - การทรงตัวอย่างไม่เสถียรภาพ(Unstable) จะมีลักษณะตรงข้ามกับเสถียรภาพแบบแรก คือ ตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุอยู่สูงกว่าตำแหน่งศูนย์กลางของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ ดังนั้นเมื่อมีแรงภายนอกมากจะทำให้วัตถุเอียงไปจากแนวสมมุติเดิมเพียงเล็กน้อยจะส่งผลให้เกิดเป็นแรงคู่ควบทำให้วัตถุนั้นพลิกคว่ำโดยง่าย ดังแสดงในรูป 2.4(ข)
  - การทรงตัวแบบสะเทิน (Neutral) จะเกิดขึ้นในกรณีที่วัตถุนั้นไม่ว่าจะทำให้เอียงหรือหมุนไปอย่างไร ตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุและตำแหน่งศูนย์กลางของแรงลอยตัวจะไม่อยู่ในแนวเดียวกันตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้ไม่มีแรงคู่ควบต้าน ดังแสดงในรูป 2.4(ค)



รูปที่ 2.4 การทรงตัวของวัตถุจมในของเหลว

2. เสถียรภาพการทรงตัวของวัตถุลอยในของเหลว (Stability of Floating Bodies) เมื่อวัตถุในของเหลวเพียงบางส่วนและอยู่ในสภาพนิ่ง จุดศูนย์กลางของวัตถุและจุดศูนย์กลางของแรงลอยตัวจะอยู่ในแนวตั้งเดียวกัน หากมีแรงภายนอกมากกระทำเพียงเล็กน้อยทำให้วัตถุนั้นเอียงไปจากแนวเดิม จุดทั้งสองดังกล่าวจะไม่อยู่ในแนวตั้งเดียวกัน ทำให้เกิดแรงคู่ควบที่พยายามหมุนให้วัตถุกลับมาอยู่ในสภาพสมดุลเดิม การกลับมาอยู่ในสภาพเดิมจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของวัตถุกับจุด Metacenter; MG



รูปที่ 2.5 วัตถุลอยบนของเหลว

พิจารณารูปที่ 2.5 G เป็นจุดศูนย์กลางของวัตถุ B เป็นจุดที่แรงลอยตัวกระทำเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพนิ่ง เมื่อวัตถุถูกแรงภายนอกผลักดันให้เอียงไปเพียงเล็กน้อยส่งผลให้ปริมาตรการแทนที่ในของเหลวเปลี่ยนรูปร่างและจุด B เคลื่อนที่ไปอยู่ที่ B' ทำให้แนวของแรงลอยตัว  $F_B$  ตัดกับแนว BG ที่จุด M ซึ่งเรียกว่าจุด Metacenter จากการที่แรงลอยตัวเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะทาง  $l = MB \sin \theta$  (เมื่อ MB คือระยะจากจุด B ถึงจุด M) จึงเกิดโมเมนต์ต้านให้เอียงกลับรอบจุด B

$$M_R = F_B \cdot l$$

$$M_R = \gamma V M B \sin \theta \quad (2.4)$$

ผลในสมการ (2.4) นั้นแสดงในลักษณะของแรงลัพธ์ ซึ่งเป็นผลมาจากเมื่อวัตถุเอียงไปจะทำให้เกิดแรงคู่ควบต้านการเอียง เมื่อพิจารณาโมเมนต์รอบจุด O จะเห็นว่าซีกหนึ่งของวัตถุมีปริมาตรจมน้ำเพิ่มขึ้น และในซีกตรงข้ามมีปริมาตรจมน้ำลดลง ผลรวมของแนวคู่ควบเนื่องจากแรงลอยตัวที่เพิ่มขึ้นและลดลงคู่นี้ มีค่า

$$M_R = \int_A \gamma x \sin \theta dA x$$

$$M_R = \gamma \sin \theta \int_A x^2 dA = \gamma \sin \theta I_{yy} \quad (2.5)$$

จากสมการ (2.4) และ (2.5) จะได้

$$M_B = \frac{I_{yy}}{V}$$

$$M_G = M_B - GB$$

$$M_G = \frac{I_{yy}}{V} - GB \quad (2.6)$$

เมื่อ  $M_G$  คือระยะจากจุด G ถึงจุด M และ  $GB$  คือระยะจากจุด B ถึงจุด G จากสมการ (2.6) หาก  $M_G > 0$  แสดงว่าจุด M อยู่สูงกว่าจุด G วัตถุจะทรงตัวอย่างมีเสถียรภาพ และในทางตรงกันข้าม หาก  $M_G < 0$  คือ M อยู่ต่ำกว่าจุด G วัตถุจะไม่มีเสถียรภาพในการทรงตัว

### 2.1.2 พลาสติก [4]

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

#### 1. เทอร์โมพลาสติก

เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) หรือเรซิน เป็นพลาสติกที่ใช้กันแพร่หลายที่สุด ได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้โครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลว หรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ทำลายโครงสร้างเดิม ตัวอย่าง พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตร

รีน มีสมบัติพิเศษคือ เมื่อหลอมแล้วสามารถนำมาขึ้นรูปกลับมาใช้ใหม่ได้ ชนิดของพลาสติกในตระกูลเทอร์โมพลาสติก ได้แก่

- โพลีสไตรีน (Polystyrene - PS)
- โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride - PVC)
- โพลีเอทิลีนเทอพาทาเลท (Polyethylene Terephthalate - PET)
- โพลีเอทิลีน (Polyethylene - PE)
- โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate - PC)
- โพลียูรีเทน (Polyurethane - PU)
- โพลีโพรพิลีน (Polypropylene - PP)

## 2. เทอร์โมเซตติงพลาสติก

เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ คือทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนได้ยาก คงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำ พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ กล่าวคือ เกิดการเชื่อมต่อข้ามไปมาระหว่างสายโซ่ของโมเลกุลของโพลีเมอร์ (cross linking among polymer chains) เหตุนี้หลังจาก พลาสติกเย็นจนแข็งตัวแล้ว จะไม่สามารถทำให้อ่อนได้อีกโดยใช้ความร้อน หากแต่จะสลายตัวทันทีที่อุณหภูมิสูงถึงระดับ การทำพลาสติกชนิดนี้ให้เป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ต้องใช้ความร้อนสูง และโดยมากต้องการแรงอัดด้วยเทอร์โมเซตติงพลาสติก ได้แก่

- เมลามีน ฟอรัมาลดีไฮด์ (Melamine Formaldehyde)
- ฟีนอลฟอรัมาลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde)
- อีพ็อกซี (Epoxy)
- โพลีเอสเตออร์ (Polyester)
- ยูรีเทน (Urethane)
- โพลียูรีเทน (Polyurethane)

### 2.1.3 โพลีเอทิลีน (Polyethylene)

โพลีเอทิลีน (Polyethylene) หรือ โพลีทีน (Polythene) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย สังเกตได้จากปริมาณการผลิตที่สูงถึง 80 ล้านตันต่อปี[5] ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมนำไปใช้เป็นถุงพลาสติกหรือ Geomembrane ในงานวิศวกรรมเทคนิคธรณี โดยทั่วไปแล้ว โพลีเอทิลีน มีสีขาวขุ่นโปร่งแสง มีความลื่นมันในตัว เมื่อสัมผัสจึงรู้สึกลื่น หยุนตัวได้ ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่ติดแม่พิมพ์ มีความเหนียว ทนความร้อนได้ไม่มากนัก แต่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า ใสสีผสมได้ง่ายมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำจึงลอยน้ำได้ เมื่อความหนาแน่นสูงขึ้น จะทำให้มีความแข็งและความเหนียวเพิ่มขึ้น อุณหภูมิหลอมตัวสูงขึ้น และอัตราการคายก๊าซเพิ่มขึ้น เมื่อความหนาแน่นลดลง จะทำให้อัตราการเสื่อมสลายของผิวเพิ่มขึ้น กล่าวคือผิวจะแตกรานได้ง่ายขึ้น[6]

สมบัติทั่วไป

- ยืดหยุ่นได้ดี เหนียวมากที่อุณหภูมิต่ำ
- มีความทนทานต่อสารเคมีได้ดีมาก
- ทนต่อสภาวะอากาศได้ดีพอสมควรอากาศสามารถซึมผ่านได้ดี
- หดตัวแม่พิมพ์ได้ดีมาก ทำให้ถอดจากแม่พิมพ์ได้ง่าย
- เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก
- ผสมสีได้ง่าย ทำให้ผลิตเป็นฟิล์มใส ฟิล์มสี ฟิล์มโปร่งแสงหรือทึบแสงได้
- ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส

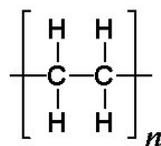
โพลีเอทิลีนจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ

- โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene - HDPE) มีความหนาแน่นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.95 ถึง 0.97 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โมเลกุลของ HDPE จะมีแบ็กโบนคาร์บอนที่ยาวมากแต่ไม่มีไซด์กรุป ผลก็คือ โมเลกุลเหล่านี้เชื่อมกันอย่างแน่นหนามากขึ้น HDPE แข็งแรงกว่า แข็งกว่า และโปร่งแสงน้อยกว่าโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ HDPE ใช้ทำถุง ถัง น้ำมันรถ ทึบห่อและท่อน้ำ

- โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene - LDPE) มีความหนาแน่นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.91 ถึง 0.93 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โมเลกุลของ LDPE มีแบ็กโบนคาร์บอนที่มีไซด์กรุปของคาร์บอนสี่ถึงหกอะตอมติดกับแบ็กโบนหลักอย่างสุ่มๆ LDPE มีการใช้อย่างกว้างขวางเพราะว่าไม่แพง ยืดหยุ่นได้ ทนทานมากและทนต่อสารเคมี LDPE ถูกขึ้นรูปเป็นขวด ทึบห่ออาหาร และของเล่น LDPE มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ยืดหยุ่นได้ดี ลักษณะขึ้นงานจะนิ่ม ขึ้นงาน

จะใส ในรูปแผ่นฟิล์มใช้ผลิตเป็นเครื่องบรรจุหีบห่อ เช่น ถุงเย็น ซองใส่อาหาร ทางด้านการเกษตร ใช้ทำเป็นโรงอบพลังแสงอาทิตย์ โรงเพาะชำ เมาทฟิล์มกันวัชพืช ท่อน้ำหยด ฟิล์มปลูกต้นไม้ เช่น บ่อน้ำ พื้นถนน ทางด้านงานฉีดจะทำเป็นพวกของเล่น ของใช้ในบ้านและทำเป็นฉนวนหุ้มสายไฟและสายเคเบิล นอกจากนี้ยังใช้ทำวัสดุเคลือบผิวและใช้กับงานขึ้นรูปโดยการเป่าทำพวกขวดพลาสติกชนิดบีบได้ ทางด้านความใส LDPE จะสู้ PP ไม่ได้ โดยเฉพาะวงการคาร์บอน LDPE ยังไม่สามารถเข้าไปแทนที่ PP ได้ แต่บางชิ้นงานต้องการความเหนียวและความคงทน มักจะใช้ LDPE แทน PP เพราะ PP กรอบแตกง่ายเมื่อใช้ไปนาน ๆ ทางด้านการเกษตรก็พบปัญหาการกรอบแตกของฟิล์ม PVC เมื่อโดนแสงแดดจึงหันมาใช้ LDPE แทน [7]

โพลีเอทิลีนผลิตจากแก๊สเอทิลีนที่ผ่านกระบวนการเติมสาร ที่ทำให้สามารถจับตัวกันเป็นโพลิเมอร์ได้ภายใต้แรงดันขนาดต่างๆ ทำให้ได้โพลิเมอร์ที่มีขนาดตั้งแต่น้ำหนักโมเลกุลต่ำ (ลักษณะเป็นน้ำมัน หรือไขข้น) ไปจนถึงขนาดโมเลกุลสูง (ลักษณะเป็นของแข็งที่ยืดหยุ่นได้) LDPE มีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 สูตรโครงสร้างทางเคมีของโพลีเอทิลีน

คุณสมบัติทางกายภาพของ LDPE

LDPE เป็นโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (0.910 - 0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ที่ผลิตโดยใช้แรงดันสูง จากกระบวนการ Free Radical Polymerization มีความเหนียวและยืดหยุ่นได้ดี ทนต่อการกรอบแตก มีความนิ่ม ความใสแต่ใสไม่เท่าพลาสติกชนิด PP (Polypropylene, สัญลักษณ์เลข 5) โครงสร้างทางเคมีเป็นกิ่งสาขา (branching) มากกว่าโครงสร้างทางเคมีของ HDPE (High-density polyethylene, สัญลักษณ์เลข 2) จึงมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของโพลิเมอร์ต่ำกว่า และมีความแข็งแรงทนทานน้อยกว่า HDPE LDPE ทนความร้อนได้ไม่มากนัก แต่ทนสารเคมีได้ดี โดยทนความร้อน (ทนอุณหภูมิสูงถึง 80°C และทนอุณหภูมิสูงถึง 95°C ในช่วงสั้น ๆ) แต่ไม่สามารถทนอุณหภูมิสูงในหม้ออัดไอน้ำ (Autoclave) เท่าพลาสติกชนิด PP และทนต่อสารเคมีน้อยกว่า HDPE เริ่มหลอมตัวที่ 120°C ทนความเย็นได้ถึง 50°C ทนต่อสภาพอากาศได้ดีพอสมควร แต่อากาศสามารถซึมผ่านได้

## ความเป็นมาของ LDPE

โพลิเอทิลีน (Polyethylene หรือ Polythene) ถูกค้นพบในปี 1933 โดย Reginald Gibson and Eric Fawcett แห่งบริษัท Imperial Chemical Industries (ICI) ในประเทศอังกฤษ วัสดุประเภทนี้มี 2 รูปแบบ คือ LDPE และ HDPE โดย LDPE ใช้ผลิตแผ่นฟิล์มและวัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์ ส่วน HDPE มีความแข็งแรงกว่า ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์ ท่อน้ำ และอุปกรณ์ยานยนต์

LDPE เป็นวัสดุประเภท Polyethylene Thermoplastic ที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม จัดเป็นพลาสติกที่ได้รับสัญลักษณ์เลข 4 ซึ่งหมายถึง Resin Identification Code 4 ดังแสดงในรูปที่ 2.7 เพื่อความสะดวกสำหรับการจำแนกชนิดของพลาสติกในการนำกลับไปเวียนทำใหม่ (recycled)



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์พลาสติกของ LDPE

LDPE มีความเหนียวและมีความยืดหยุ่น เหมาะสำหรับผลิตแผ่นฟิล์มต่าง ๆ เช่น วัสดุสำหรับบรรจุหีบห่ออาหาร ซองอาหาร ถุงใส่ของ และเคลือบด้านในของถังกระดาด

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก LDPE ได้แก่ ถุงเย็น ถุงก๊อบแก๊บ ซองใส่อาหาร เครื่องเล่นดี ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า สายเคเบิล ขวดพลาสติกชนิดบีบได้ โดยเฉพาะขวดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังนำไปใช้ผลิตเป็นถังพลาสติกดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การนำ LDPE ไปใช้งาน [9]

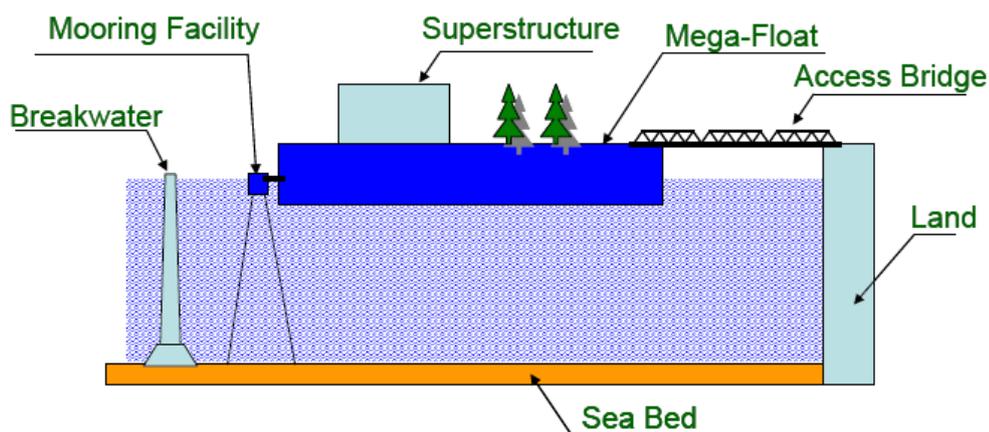
## 2.2 แท่นลอยน้ำขนาดใหญ่ [10]

แท่นลอยน้ำขนาดใหญ่ (Large Floating Structures ;VLSs) โดยทั่วไปจำแนกได้ 2 ลักษณะได้แก่

1. ชนิดกึ่งจม ( semi-submersible) ซึ่งแท่นลอยน้ำลักษณะนี้จะลอยอยู่เหนือระดับน้ำทะเลโดยอาศัยท่อเสาหรือวัตถุถ่วงแท่นลอยเพื่อลดผลกระทบจากแรงคลื่นที่กระทำต่อแท่นลอยและทำให้แรงลอยตัวของแท่นลอยคงที่ไม่เกิดการโคลงเมื่อคลื่นกระแทก ดังนั้นแท่นลอยชนิดนี้จะเหมาะสมกับการใช้งานในบริเวณที่มีคลื่นสูง ยกตัวอย่างเช่น แท่นเจาะน้ำมันกลางทะเล

2. ชนิดทุ่น ( pontoon-type ) เป็นแท่นลอยน้ำที่ใช้หลักการเดียวกันกับทุ่นลอยน้ำ ซึ่งแท่นลอยน้ำชนิดนี้จะเหมาะสำหรับการนำไปใช้งานในบริเวณน้ำนิ่ง เช่น ทะเลสาบ แม่น้ำ และบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเลที่คลื่นไม่สูงนัก ซึ่งในการก่อสร้างแท่นลอยน้ำชนิดนี้จะสร้างเป็นแท่นขนาดใหญ่ซึ่งวิศวกรชาวญี่ปุ่นเรียกว่า เมกาโฟลทส์ (mega- floats) หมายถึงแท่นลอยน้ำที่มีความยาวมากกว่า 60 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.9

ส่วนประกอบหลักของแท่นลอยน้ำประกอบด้วย โครงสร้างแท่นลอยน้ำขนาดใหญ่ (very large pontoon floating structure), ระบบยึดแท่น (mooring facility) เพื่อยึดแท่นให้อยู่กับที่, สะพานเชื่อมระหว่างแท่นลอยน้ำกับชายฝั่ง (access bridge), โครงสร้างลดแรงกระแทกของน้ำ (breakwater), ซึ่งโดยปกติจะติดตั้งในบริเวณที่คลื่นมีความสูงมากกว่า 4 เมตร เพื่อลดแรงกระแทกของคลื่นที่กระทำต่อแท่นลอยน้ำ



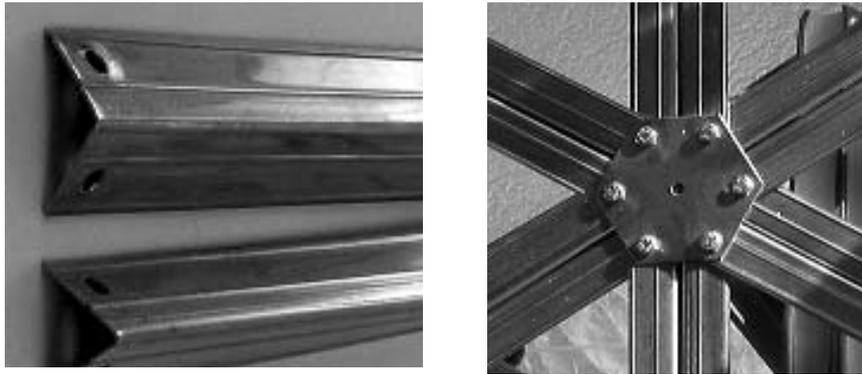
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของระบบแท่นลอยชนิดทุ่น (Mega-Float System)

### การสร้างแท่นลอยน้ำ

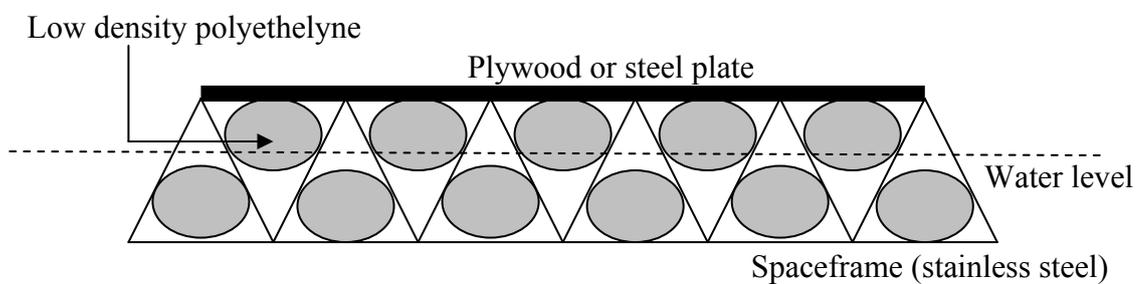
ในการก่อสร้างแท่นลอยน้ำขนาดใหญ่ (Very large floating platform) นั้น วัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างนั้นจะเป็นคอนกรีตเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในการที่จะทำให้แท่นคอนกรีตลอยน้ำได้นั้นจำเป็นต้องมีการสร้างแท่นลอยน้ำให้มีขนาดที่ใหญ่มากเพื่อเพิ่มปริมาตรของคอนกรีต อันจะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตนั้นลดลงจนสามารถลอยน้ำได้ แต่ข้อเสียของคอนกรีต นอกจากจะมีน้ำหนักมากแล้ว น้ำยังสามารถซึมเข้าไปในเนื้อคอนกรีตและทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการป้องกันการรั่วซึม นอกจากนี้กระบวนการในการก่อสร้างต้องใช้เวลาและแรงงานค่อนข้างสูง ดังนั้นการใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างแท่นลอยน้ำจึงไม่เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดเสมอไป ดังนั้นทางทีมวิจัยจึงได้คิดแนวทางใหม่ในการออกแบบและก่อสร้างแท่นลอยน้ำโดยการประยุกต์หลักการทางด้านวิศวกรรมโครงสร้างและสถาปัตยกรรมเข้าด้วยกัน โดยการออกแบบแท่นลอยน้ำให้เป็นลักษณะของโครงถัก 3 มิติ หรือ space frame ซึ่งมีลักษณะเดียวกันกับโครงหลังคาสนามกีฬา คือเป็นลักษณะของโครงถักสามมิติ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ซึ่งโครงสร้างแบบดังกล่าวนอกจากจะสามารถรับแรงกระทำต่อโครงสร้างได้มากแล้วยังมีความเสถียรภาพสูงและก่อสร้างได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงมากนัก อีกทั้งยังสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ โดยวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นต้องเป็นวัสดุที่คงทนต่อการกัดกร่อนเช่น อลูมิเนียม หรือสแตนเลสแทนเหล็กโครงสร้างทั่วไป และยึดติดกันด้วยโบลท์ซึ่งจะทำให้สะดวกในการก่อสร้าง แต่ spaceframe ไม่สามารถลอยน้ำได้ ดังนั้นจะมีการนำวัสดุมาทำเป็นทุ่นติดกับตัว spaceframe ซึ่งวัสดุที่ใช้จะเป็น low density polyethylene โดยติดตั้งวัสดุดังกล่าวไว้ระหว่างช่องว่างแต่ละช่องใน spaceframe เพื่อเป็นการเพิ่มแรงลอยตัวให้แก่ตัว spaceframe ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ซึ่งโดยหลักการ ถ้าต้องการให้แท่นลอยน้ำนี้รับน้ำหนักได้มากขึ้นก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนทุ่นดังกล่าว จากนั้นก็นำแผ่น plate โดยอาจจะเป็นแผ่นเหล็กหรือแผ่นไม้อัดหนา 21 มม. มาวางปูข้างบนก็สามารถนำแท่นลอยน้ำนี้ไปใช้งานได้ นอกจากนี้ตัวทุ่น (pontoon) ที่ใส่เข้าไปใน spaceframe จะช่วยในการลอยตัวแล้ว ทุ่นนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวลดแรงกระแทกของคลื่น wave attenuator เป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลดีต่อตัว platform ในด้านเสถียรภาพของแท่นลอยน้ำเมื่อมีแรงคลื่นมากกระทำ



รูปที่ 2.10 Spaceframe [11]



รูปที่ 2.11 สแตนเลสสตีล (Stainless steel) และการยึดด้วย bolt ที่รอยต่อ [12]



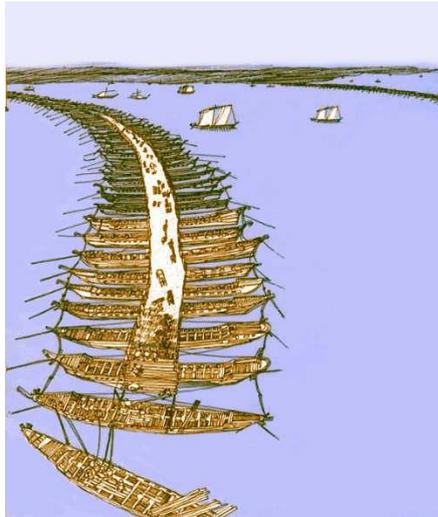
รูปที่ 2.12 สแตนเลสสตีล (Stainless steel) และการยึดด้วย bolt ที่รอยต่อ

ในส่วนของ spaceframe ที่ใช้เหล็กชนิดสแตนเลสสตีล (Stainless steel) นั้นจะใช้เหล็กที่เป็นเหล็กฉาก โดยที่เหล็กฉากแต่ละตัวจะใช้เหล็กขนาดเดียวกันและมีความยาวเท่ากัน มาประกอบยึดติดกันด้วยโบลท์ เพื่อความสะดวกในการประกอบชิ้นส่วน ซึ่งแทนลอยน้ำที่สร้างจาก spaceframe นั้นนอกจากจะสะดวกในการก่อสร้างแล้วยังมีความสวยงามทางสถาปัตยกรรมและดูทันสมัยแตกต่างจากแทนลอยน้ำรูปแบบเดิมที่สร้างด้วยคอนกรีตอย่างเห็นได้ชัด

### 2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

แทนลอยน้ำได้ถูกนำมาใช้งานหลากหลายจุดประสงค์นับแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและมีแนวโน้มว่าในอนาคตจะมีการนำแทนลอยน้ำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย การนำแทนลอยน้ำมาใช้งานสามารถนำมาใช้งานได้หลายแบบ ดังนี้

- สะพานแท่นลอยน้ำ ( Floating Bridge) การประยุกต์ใช้งานแท่นลอยน้ำในช่วงแรกๆ จะมีการใช้แท่นลอยน้ำในลักษณะสะพานข้ามแม่น้ำ ย้อนไปถึงสมัยในสมัยโบราณ [13] ประมาณ 480 ปีก่อนคริสต์ศักราช กษัตริย์เซอร์เซส (King Xerxes) แห่งเปอร์เซียได้นำกองทัพข้ามแม่น้ำ เฮลเลสπονด์(Hellespont) ซึ่งในปัจจุบันเรียกว่าแม่น้ำดาร์ดาเนลเลส (Dardanelles) โดยการใช้สะพานแท่นลอยจำนวน 2 แถวขนานกัน โดยการใช้เรือจำนวน 300 ลำทำเป็นพุนลอยน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.14

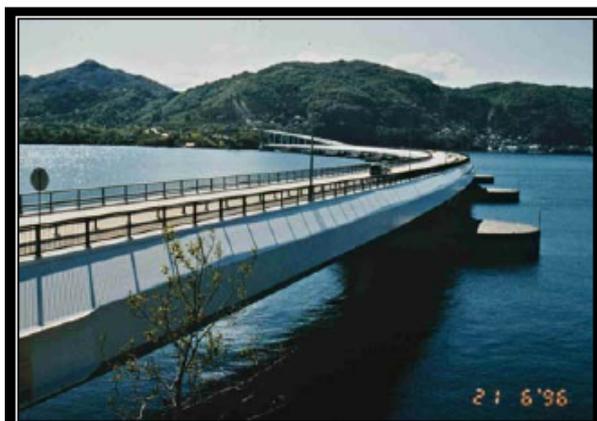


รูปที่ 2.14 การใช้เรือเป็นพุน(Floating Bridge)ของกษัตริย์เซอร์เซส [14]

ในปี ค.ศ. 1874 แท่นลอยน้ำความยาว 124 เมตรได้สร้างขึ้นจากไม้สำหรับทำหน้าที่เป็นสะพาน รองรับรางรถไฟเหนือแม่น้ำมิสซิสซิปปี ในมลรัฐวิสคอนซิน ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสะพานนี้ได้มีการบูรณะใหม่หลายครั้งแต่สุดท้ายก็เลิกการใช้งาน, แต่แท่นลอยน้ำที่สร้างจากไม้ที่รองรับสะพาน Brookfield ซึ่งมีความยาว 98 เมตรยังคงสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี [15] ในปี ค.ศ. 1912 แท่นลอยน้ำสร้างจากเหล็กได้ถูกสร้างขึ้นในชื่อว่า Galata เพื่อใช้เป็นสะพานข้าม Istanbul's Golden Horn ซึ่งระดับน้ำมีความลึกถึง 41 เมตร ความยาวของสะพานที่สร้างจากแท่นลอยน้ำนี้มีความยาวถึง 457 เมตร ประกอบด้วยแท่นลอยน้ำเหล็กจำนวน 50 แท่นมาประกอบต่อเข้าด้วยกัน แต่ในปี ค.ศ. 1992 ได้มีการก่อสร้างสะพานสายใหม่ขนานกับสะพานเดิมเนื่องจากสะพานเดิมได้ถูกไฟไหม้เสียหาย [16] หลังจากที่ทำการกู้พุนเหล็กขึ้นมาได้พบว่ามีชิ้นส่วนของสะพานที่สร้างจากแท่นลอยเหล็กที่จมลงไปไม่ได้รับความเสียหายจากการกัดกร่อนของน้ำทะเลซึ่งขัดกับหลักทางทฤษฎีที่ว่าน้ำทะเลจะกัดกร่อนโลหะ ซึ่งได้สร้างความประหลาดใจต่อวิศวกรในเรื่องของระบบแท่นลอยน้ำเหล็กเป็นอย่างมาก

สะพานแทนลอยน้ำมีการก่อสร้างกันอย่างแพร่หลาย เช่น สะพาน Seattle's Three Lake Washington มีความยาว 2018 เมตร, สะพาน Lacey V. Murrow ซึ่งสร้างจากแทนลอยน้ำคอนกรีต เปิดใช้ในปี ค.ศ. 1940, สะพาน Evergreen Point สร้างแล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1963 ยาว 2310 เมตร, สะพาน Homer Hardley ยาว 1771 เมตร สร้างเสร็จในปี ค.ศ. 1989,

สะพานแทนลอยสมัยปัจจุบันโดยมีการก่อสร้างตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 เป็นต้นมา ประกอบด้วยสะพานลอยน้ำที่มีชื่อเสียงจำนวน 2 สะพานในประเทศนอร์เวย์ ได้แก่ สะพานแทนลอย Bergsoysund สร้างในปี ค.ศ.1992 ก่อสร้างเหนืออ่าว(fjord)ที่มีความลึกถึง 320 เมตร โดยสะพานแทนลอยนี้มีความยาว 845 เมตร สะพานแทนลอยแห่งที่สองคือ สะพาน Nordhordland สร้างในปี ค.ศ. 1994 ก่อสร้างเหนืออ่าว(fjord)ที่มีความลึกถึง 500 เมตร โดยสะพานแทนลอยนี้มีความยาวถึง 1246 เมตรดังแสดงในรูปที่ 2.15 ซึ่งสะพานแทนลอยทั้งสองแห่งนี้ได้วางตัวในแนวโค้งเพื่อด้านแรงกระทำของคลื่น กระแสน้ำ และแรงลม



รูปที่ 2.15 สะพานลอยน้ำ Nordhordland [10]

สะพานแทนลอยที่มีลักษณะโดดเด่นมากที่มีการก่อสร้างในช่วงปี ค.ศ.2000 คือสะพาน Yumenmai ในประเทศญี่ปุ่น ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ซึ่งมีความยาว 410 เมตร ซึ่งสะพานนี้ก่อสร้างข้ามคลองและลอยอยู่บนทุ่นเหล็กกลวง 2 ทุ่นขนาดทุ่นแต่ละทุ่น 58 เมตร x 58 เมตร x 8 เมตร ซึ่งสะพานนี้จะสามารถเหวี่ยงตัวเองรอบแกนเพื่อเปิดทางให้เรือขนาดใหญ่แล่นผ่านไป [17]

ในงานด้านทางทหาร วิศวกรของกองทัพได้สร้างแทนลอยน้ำเพื่อใช้เป็นสะพานในการขนย้ายกำลัง ยุทโธปกรณ์และกำลังพลข้ามแม่น้ำและทะเลสาบได้อย่างรวดเร็ว สะพานแทนลอยน้ำได้ถูกใช้ในราชนาวีเพื่อการเคลื่อนย้ายกำลังพลและอุปกรณ์ในกองทัพจากเรือขึ้นสู่ชายฝั่งเช่นกัน [18]



รูปที่ 2.16 สะพานลอยน้ำ Yumemai [10]

- อาคารมหรสพลอยน้ำ (Floating Entertainment Facility)

ชายฝั่งทะเลและท้องทะเลมีความดึงดูดใจต่อสาธารณชน ดังนั้นแท่นลอยน้ำได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อก่อสร้างเป็นโรงมหรสพ ซึ่งสามารถชมวิวกว้างได้ 360 องศา ในปัจจุบันได้มีการก่อสร้างเกาะลอยน้ำขนาดใหญ่เลียนแบบวิหารพาร์เธนอนของประเทศกรีซ (Parthenon of Greece) โดยมีขนาดยาว 130 เมตร กว้าง 40 เมตร สูง 5 เมตร เป็นแท่นลอยน้ำที่เมืองโอโนมิชิ ฮิโรชิมา ประเทศญี่ปุ่น เพื่อให้เป็นโรงหนัง 3 มิติ ดังแสดงในรูปที่ 2.17, พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ และ ท่าเทียบเรือ โรงมหรสพลอยน้ำที่มีชื่อเสียงในประเทศญี่ปุ่นอีกแห่งหนึ่งคือ Estrayer มีขนาดแท่นลอย 128 x 38 เมตร มีลักษณะคล้ายเรือ สร้างที่เมืองโอโนมิชิ ฮิโรชิมา เช่นเดียวกัน ชั้นบนของอาคารใช้เป็นศูนย์การค้า โดยที่ชั้นล่างเป็นโรงภาพยนตร์ ร้านอาหารและศูนย์เล่นเกมส์



รูปที่ 2.17 อาคารมหรสพลอยน้ำที่เมืองฮิโรชิมา ประเทศญี่ปุ่น [10]

โรงแรมลอยน้ำแห่งแรกตั้งอยู่ที่ประเทศออสเตรเลีย บริเวณเกรทแบริเออร์ฟ (Great Barrier Reef) ซึ่งสร้างขึ้นที่ประเทศสิงคโปร์ มีความสูง 7 ชั้น สูง 90 เมตร กว้าง 27 เมตร โรงแรมลอยน้ำนี้จะมีความสามารถในการต้านทานแรงพายุได้ในกรณีที่เกิดพายุไซโคลน หลังจากเปิดใช้

งานได้ 1 ปี โรงแรมนี้ได้ถูกลากไปที่เมืองโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม ในปัจจุบันโรงแรมนี้ตั้งอยู่ที่ประเทศเกาหลีเหนือ

ประเทศฮ่องกงมีภัตตาคารลอยน้ำ (Floating Reataurant) ที่มีชื่อเสียงเป็นอย่างมากชื่อ Jumbo Restaurant ซึ่งภัตตาคารนี้ได้สร้างบนแพลอยน้ำเช่นกัน ในปีค.ศ. 1991 ประเทศญี่ปุ่นได้สร้างภัตตาคารลอยน้ำบนแท่นลอยน้ำขนาด 24 x 24 x 3.2 เมตรที่เมืองโยโกฮาม่า ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ภัตตาคารลอยน้ำที่เมืองโยโกฮาม่า ประเทศญี่ปุ่น [10]

- แท่นลอยน้ำสำหรับรองรับถังเก็บกักวัสดุ ( Floating Storage Facilities)

แท่นลอยน้ำขนาดใหญ่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการเก็บกักน้ำมัน โดยมีการก่อสร้างเป็นลักษณะแท่นลอยน้ำรูปทรงกล่อง (box-shaped) ถังเก็บกักเหล่านี้บางครั้งใช้ในการเก็บกักของเหลวไม่วาไฟหรือวัตถุระเบิดซึ่งสถานที่เก็บกักต้องอยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชน ที่ประเทศญี่ปุ่นมีที่เก็บกักน้ำมันขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำมันได้ถึง 5.6 ล้านกิโลลิตร ตั้งอยู่ที่เมืองชิราชิมา

- แท่นลอยน้ำสำหรับกรณีฉุกเฉิน (Floating Emergency Bases)

โครงสร้างแท่นลอยน้ำนั้นแยกเป็นอิสระจากแผ่นดิน ดังนั้นจึงไม่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ด้วยคุณลักษณะอันโดดเด่นนี้เองจึงได้มีการใช้แท่นลอยน้ำเพื่อเป็นสถานที่กักขังฉุกเฉินในกรณีแผ่นดินไหวเกิดขึ้น โดยเฉพาะในประเทศที่เกิดแผ่นดินไหวบ่อยครั้ง ที่อ่าวโตเกียว อ่าวฮัน และอ่าวโอซากา ประเทศญี่ปุ่น ได้มีการก่อสร้างแท่นลอยเพื่อจุดประสงค์นี้เป็นจำนวนมาก

- แท่นลอยน้ำสำหรับโรงงานไฟฟ้า (Floating Plants)

โครงสร้างลอยน้ำชนิดนี้จะประกอบด้วยชิ้นส่วนใหญ่สอลชิ้นส่วนซึ่งมีการก่อสร้างในปี ค.ศ. 1978 ที่ประเทศบราซิล โครงสร้างส่วนแรกใช้สำหรับเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 230 x 45 x 14.5

เมตร ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งสร้างเป็นโรงไฟฟ้า ขนาด 220 x 45 x 14.5 เมตร ซึ่งหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จแท่นลอยนี้ได้ถูกลากจูงมาที่เมือง Munguba เพื่อใช้เป็นโครงสร้างลอยน้ำ

ในปี ค.ศ. 1979 ประเทศบังคลาเทศได้ซื้อโรงงานผลิตไฟฟ้าลอยน้ำขนาด 60.4 x 46.6 x 4 เมตรจากประเทศญี่ปุ่น โดยโรงไฟฟ้านี้ตั้งอยู่ที่เมือง Khulna ประเทศบังคลาเทศ ในปี ค.ศ.1985 ประเทศจาไมกาได้ก่อสร้างโรงไฟฟ้าลอยน้ำขนาด 45 x 30.4 x 10 เมตรโดยโรงไฟฟ้าลอยน้ำนี้สร้างขึ้นที่ประเทศญี่ปุ่นและได้ถูกลากจูงมาที่ประเทศจาไมกา ในปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการก่อสร้างแท่นลอยน้ำเพื่อใช้เป็นโรงงานผลิตไฟฟ้าโดยพลังงานลม

- ท่าเรือลอยน้ำ คู่ต่อเรือลอยน้ำ (Floating docks, piers, berths and container terminals)

แท่นลอยน้ำจะมีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งเพื่อใช้เป็นท่าเทียบเรือ เนื่องจากเรือสามารถเทียบได้ตลอดความยาวของแท่นลอย เนื่องจากความสูงจากระดับน้ำทะเลของแท่นลอยจะคงที่ รูปที่ 2.19 แสดงท่าเทียบเรือที่ท่าเรืออุจินะ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งท่าเรือนี้มีขนาด 150 x 30 x 4 เมตร



รูปที่ 2.19 ท่าเรือเมือง Ujina ประเทศญี่ปุ่น [10]

- ท่าอากาศยานลอยน้ำ (Floating Airport and Mobile Offshore base)

ประมาณปี ค.ศ. 1920 Edward Armstrong ได้เสนอแนวคิดเรื่อง seadrome สำหรับเป็นที่จอดอากาศยานกลางทะเล เนื่องจากในเวลานั้นอากาศยานจะไม่สามารถเดินทางเป็นระยะทางไกลๆได้ เนื่องจากถังน้ำมันมีขนาดเล็กต้องมีการพักเติมเชื้อเพลิงระหว่างทาง ในปีค.ศ. 1943 US Navy Civil Engineers Corps ได้สร้างท่าอากาศยานลอยน้ำขนาด 1810 x 272 ฟุต ประกอบด้วยแท่นลอยน้ำจำนวน 10,920 ท่อน

ประเทศญี่ปุ่นได้มีการก่อสร้างทางวิ่งลอยน้ำสำหรับอากาศยานที่อ่าวโตเกียว ชื่อ Mega Float ในปีค.ศ.1998 ดังแสดงในรูปที่ 2.20 ซึ่งทางวิ่งนี้มีความยาวถึงหนึ่งกิโลเมตรและทาง

วังลอยน้ำนี้ได้รับการบันทึกในกินเนสบุคในปี.ศ. 1999 ว่าเป็นสิ่งก่อสร้างลอยน้ำที่สร้างโดยมนุษย์ที่มีความยาวมากที่สุดในโลก



รูปที่ 2.20 ท่าอากาศยานลอยน้ำ ประเทศญี่ปุ่น [10]

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าแท่นลอยน้ำนั้นสามารถนำมาใช้งานในการเพิ่มพื้นที่การใช้งานบนพื้นน้ำอย่างหลากหลาย ซึ่งในต่างประเทศมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนมีแนวโน้มว่าจะมีการสร้างเมืองขนาดใหญ่บนแท่นลอยน้ำ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานใดทำการวิจัยและศึกษาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายเนื่องจากประเทศไทยมีพื้นที่ทางน้ำเป็นจำนวนมาก หากสามารถใช้พื้นที่ประโยชน์บนพื้นน้ำดังกล่าวได้จะช่วยลดปัญหาด้านการขาดแคลนพื้นที่ใช้ประโยชน์ได้มาก แต่ถึงแม้ในประเทศไทยจะมีการสร้างบ้างแล้วแต่ก็เป็นวิธีแบบดั้งเดิมโดยการใช้ถังน้ำมันมาทำเป็นแท่นลอยน้ำ และปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาน้ำท่วม และนักวิชาการหลายท่านได้แสดงความเห็นว่าพื้นที่ประเทศไทยจะลดลงโดยเฉพาะกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากระดับน้ำทะเลสูงมากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการวางแผนรับมือกับปัญหาน้ำท่วมนี้โดยการสร้างพื้นที่ที่ประชาชนจะสามารถใช้งานได้ในกรณีที่เกิดน้ำท่วม ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเบื้องต้นในการสร้างแท่นลอยน้ำที่เหมาะสมกับประเทศไทย อันจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้แท่นลอยน้ำเพื่อการรองรับสิ่งปลูกสร้างเพื่อการอยู่อาศัยเหนือพื้นน้ำ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวอีกทางหนึ่งหากสามารถสร้างสิ่งปลูกสร้างบนแท่นลอยน้ำสำหรับสถานที่พักผ่อนตากอากาศ เช่น ชายทะเล ทะเลสาป เป็นต้น

#### เกณฑ์พิจารณาในการออกแบบแท่นลอยน้ำ

ในการออกแบบแท่นลอยน้ำจะต้องคำนึงถึงสภาพการนำไปใช้งาน ความแข็งแรง การบำรุงรักษา ความปลอดภัย ความคงทน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และราคาในการก่อสร้าง ในการออกแบบที่เหมาะสมนั้นจะขึ้นอยู่กับความสำคัญของโครงสร้างและค่ารอบปีของน้ำหนักกระทำซึ่งโดยปกติจะใช้ค่าในการออกแบบที่ 50 ถึง 100 ปี

### รูปทรงของแท่นลอยน้ำ

รูปทรงหลักของแท่นลอยน้ำจะมีลักษณะเป็นโป๊ะหรือคล้ายเรือท้องแบนขนาดใหญ่ และมีโครงสร้างบางส่วนจมอยู่ใต้ผิวน้ำ ตัวแท่นลอยน้ำจะยึดกับแผ่นเพลทที่จมอยู่ในน้ำเพื่อลดการเคลื่อนที่ในขณะที่มีแรงกระทำ หรืออาจจะติดกับตัวแท่นสลายพลังงานคลื่น(breakwater) เพื่อลดแรงกระทำจากคลื่นกระทำต่อแท่นลอยน้ำ

### ระบบสลายพลังงานคลื่น (Breakwaters)

ในการที่จะลดความรุนแรงของคลื่นที่กระทำต่อแท่นลอยน้ำจะต้องมีการสร้างระบบสลายพลังงานคลื่นเพื่อที่จะลดแรงกระทำของคลื่นที่ทำให้แท่นลอยน้ำเสียหายได้ โดยทั่วไปหากคลื่นมีความสูงมากกว่า 4 เมตร การสร้างตัวสลายพลังงานคลื่นจะขาดเสียไม่ได้

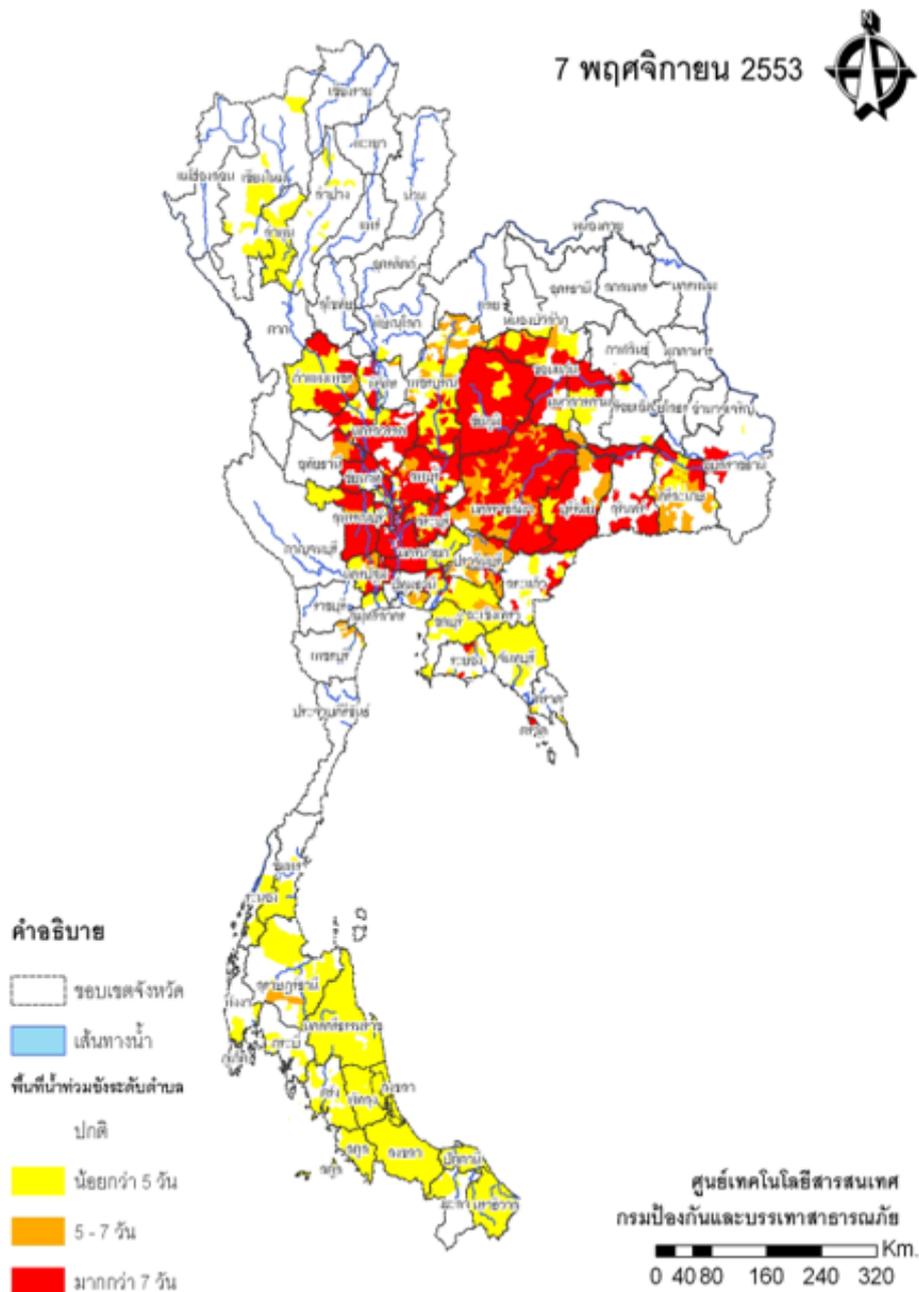
## 2.4 สถานการณ์อุทกภัยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2553

อุทกภัยในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2553 เป็นเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมในประเทศไทยหนักที่สุดในรอบหลายสิบปี เนื่องจากมีฝนตกหนักในหลายพื้นที่ ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างหนักทั้งชีวิตและทรัพย์สินในหลายพื้นที่ [19] สื่อหลายแห่งระบุว่า อุทกภัยครั้งนี้เริ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2553 จนกระทั่งสถานการณ์คลี่คลายทั้งหมดเมื่อวันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2553 [20]

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย พบว่ามีพื้นที่ประสบอุทกภัยมีจังหวัดประสบภัยทั้งสิ้น 39 จังหวัด 425 อำเภอ 3,098 ตำบล 26,226 หมู่บ้าน ราษฎรได้รับความเดือดร้อน 2,002,961 ครัวเรือน 7,038,248 คน พื้นที่การเกษตรคาดว่าจะได้รับความเสียหาย 7,784,368 ไร่ พบผู้เสียชีวิตจากเหตุอุทกภัยแล้วทั้งหมด 180 ราย เป็นบุคคลสัญชาติไทย 178 ราย กัมพูชา 1 ราย พม่า 1 ราย เนเธอร์แลนด์ 1 ราย [21]

ส่วนสรุปสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่ภาคใต้ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย ได้ระบุว่า มีจังหวัดประสบภัยทั้งสิ้น 12 จังหวัด 133 อำเภอ 874 ตำบล 6,197 หมู่บ้าน ราษฎรได้รับความเดือดร้อน 609,511 ครัวเรือน 1,932,405 คน มีผู้เสียชีวิตทั้งสิ้น 80 คน มีสัญชาติไทยทั้งหมด[20]

พื้นที่ที่ประสบอุทกภัยในปี พ.ศ. 2553 สรุปเป็นแผนที่อุทกภัยได้ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แผนที่ประสบอุทกภัย (น้ำท่วมขัง) ปี 2553 [21]

#### สาเหตุของอุทกภัย

สาเหตุเกิดจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านภาคใต้ตอนบน ภาคกลาง และภาคตะวันออก และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกชุกหนาแน่นและมีฝนตกหนักถึงหนักมาก หลายพื้นที่เกิดน้ำท่วมเฉียบพลัน น้ำป่าไหลหลาก เข้าท่วมบ้านเรือนราษฎรและพื้นที่การเกษตร[22] ร่องมรสุมกำลังแรงดังกล่าวมีสาเหตุจากปรากฏการณ์ลานีญา ที่มาเร็วกว่าปกติ ทาง ดร. รอยล จิตดอน ผู้อำนวยการสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและ

การเกษตร ได้ชี้ว่าฝนได้ตกลงมาในพื้นที่หลังเขาเป็นเวลาหลายวัน เฉลี่ยมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวัน ประกอบกับความแปรปรวนของร่องฝน ซึ่งปกติจะต้องเคลื่อนลงไปแถวภาคใต้แล้ว[23]ทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำหลายแห่งมีปริมาณน้ำเกินกว่าระดับกักเก็บ โดยเฉพาะเขื่อนลำพระเพลิง เขื่อนลำตะคอง เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จนต้องเร่งระบายน้ำออกสู่พื้นที่ท้ายเขื่อนซึ่งทำให้หลายพื้นที่เกิดอุทกภัยอย่างหนัก[24] ในช่วงแรก เหตุอุทกภัยดังกล่าวเป็นเพียงอุทกภัยธรรมดาและไม่ตึงเครียดแต่อย่างใด แต่สถานการณ์ได้เลวร้ายลงจนกระทั่งกลายมาเป็นสาธารณภัยครั้งร้ายแรงในที่สุด เป็นเวลาเกือบหนึ่งเดือนที่พื้นที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยและได้มีผู้เสียชีวิตรายแรก ๆ[25] สำหรับสาเหตุของอุทกภัยในจังหวัดนครราชสีมา ยังพบว่ามีการรुक้ำลำน้ำลำตะคองและลำพระเพลิง ทำให้พื้นที่ไม่สามารถเก็บกักน้ำเอาไว้ได้ โดยการรुक้ำดังกล่าวเกิดขึ้นเพราะความเฟื่องฟูของธุรกิจโรงแรมและรีสอร์ทอีกด้วย[26] สำหรับสาเหตุของอุทกภัยในภาคใต้ ระบุว่าเกิดจากอิทธิพลของพายุดีเปรสชันบริเวณอ่าวไทยตอนล่างเคลื่อนตัวผ่านภาคใต้ ทำให้ภาคใต้มีฝนตกชุกหนาแน่น และมีฝนตกหนักถึงหนักมากในหลายพื้นที่ ทำให้เกิดน้ำท่วมเฉียบพลัน น้ำไหลหลาก เข้าท่วมบ้านเรือนราษฎร และพื้นที่การเกษตร วาดภัยและคลื่นมรสุมซัดฝั่ง ทั้งยังพายุไซโคลนจาล ทำให้ผลกระทบจากอุทกภัยเพิ่มมากขึ้นเมื่อประกอบกับลมกำลังแรงราว 50 กิโลเมตร[27]