



การผลิตสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอย
สู่ท้องทะเลไทย



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต
คณะดิจิทัลอาร์ต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2562



**THE PRODUCTION OF 3D ANIMATION ENTITLED SEA WASTE
PROBLEMS IN THAILAND**

**BY
CHARATH KOTRAKUL**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF FINE ARTS IN COMPUTER ART
FACULTY OF DIGITAL ART**

**GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2019**

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การผลิตสื่อแอนิเมชัน 3มิติเรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทย

โดย

ชัช โกตระกุล

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562

ศ. วิโชค มุกดามณี
ประธานกรรมการสอบ

ศ. วัฒนะ จุฑะวิภาต
กรรมการ

รศ.พรรณเพ็ญ ฉายปรีชา
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ. ร.ต. หญิง ดร. วรณี สุขสาตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
24 มิถุนายน 2563

Thesis entitled

**THE PRODUCTION OF 3D ANIMATION ENTITLED SEA WASTE
PROBLEMS IN THAILAND**

by

CHARATH KOTRAKUL

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Fine Arts in Computer Art

Rangsit University
Academic Year 2019

Prof. Vichoke Mukdamanee
Examination Committee Chairperson

Prof. Wattana Chudhavipata
Member

Assoc. Prof. Punpen Chaypreecha
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plt.Off. Vanee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

June 24, 2020

กิตติกรรมประกาศ

การผลิตสื่อแอนิเมชัน3มิติแนว เรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทย ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พรหมเพ็ญ นายนริชา ที่ปรึกษาหลักด้านการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยพร พานิชรุทติวงศ์ ที่ปรึกษาหลักด้านการผลิต ที่คอยสนับสนุนและช่วยเหลือในทุกๆ ส่วนของงานวิจัยชิ้นนี้

สุดท้ายขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำหลักสูตรฯ สำหรับคำปรึกษาทางเทคนิคบางประการ ครอบครัว และเพื่อนๆ ที่คอยส่งเสริมให้กำลังใจจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ในที่สุด

ชัช โกตระกุล

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6105673 : ชลัช โกตระกุล
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การผลิตสื่อแอนิเมชัน 3มิติ เรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่
 ท้องทะเลไทย
 หลักสูตร : ศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.พรรณเพ็ญ ฉายปรีชา

บทคัดย่อ

โครงการผลิตภาพยนตร์แอนิเมชัน 3มิติ เรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบภาพยนตร์ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับสภาวะปัญหาขยะในท้องทะเลไทยในปัจจุบัน มาพัฒนาเป็นสื่อแอนิเมชันโดยใช้กระบวนการสร้างความตระหนัก โดยแทรกเนื้อหาสาระเกี่ยวกับขยะในท้องทะเลไทยที่ส่งผลกระทบกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเนื้อหาสอดแทรกการปลูกจิตสำนึกและกระตุ้นเตือนให้ตระหนักถึงผลกระทบของการทิ้งขยะ เพราะสื่อมีบทบาทสำคัญในการปลูกฝังวัฒนธรรมที่ดีให้กับสังคมแบบทางตรง ด้วยการใช้ภาพกราฟิกแอนิเมชันตัดต่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk Maya 2015, Adobe Photoshop CS6, Adobe After Effects CS6 และ Adobe Premiere Pro CS6 หลังจากนั้นโครงการนี้ได้รับการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน โดยใช้แบบสอบถาม โดยผลการศึกษาวิจัยพบว่าการใช้เทคนิคแอนิเมชันสามมิติมาใช้ในการนำเสนอสามารถเข้าถึงการสื่อสารและสามารถถ่ายทอดเนื้อเรื่องผ่านปัญหาสังคมในปัจจุบัน จากการทดลองนำผลงานเผยแพร่กับกลุ่มเป้าหมาย โดยแอนิเมชันมีความยาว 5 นาที พบว่าผู้ชมมีความพึงพอใจจากเนื้อหาและทราบถึงเหตุผลที่นำไปสู่ผลกระทบในท้องทะเลและสัตว์และมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งมีส่วนช่วยอย่างมากในการวิจัยและได้รับความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น (วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 73 หน้า)

คำสำคัญ: แอนิเมชัน 3มิติ ปัญหาขยะมูลฝอยในท้องทะเล ผลกระทบต่อสัตว์น้ำ สื่อรณรงค์

6105673 : Charath Kotrakul
 Thesis Title : The Production of 3D Animation Entitled Sea Waste Problems in Thailand
 Program : Master of Fine Arts in Computer Art
 Thesis Advisor : Assoc. Prof. Punpen Chaypreecha, Ph.D.

Abstract

The production of a 3D animation on effects of the improper waste disposal on Thai seas aimed at designing a film reflecting the problems of improper disposal of waste in Thai seas which would raise public awareness of negative environmental effects on marine life and encourage people not to overlook the problems. Since the media play a vital role in fostering a positive culture, this 3D animation was produced through an application of software including Autodesk Maya 2015, Adobe Photoshop CS6, Adobe After Effects CS6, and Adobe Premiere Pro CS6. The finished animation was assessed by 35 subjects who were required to complete a questionnaire. The findings revealed that 3D animation techniques could appropriately be applied to present the environmental problems, and the audience could understand the message conveyed through the animation. After watching this 5-minute-long animation, the audience was satisfied with the content and more aware of causes of the negative effects on marine life. Besides, experiences and ideas shared by the audience were really beneficial to the research.

(Total 73 pages)

Keywords: 3D Animation, Sea Waste, Impact on Marine Life, Media Campaign

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 นิยามศัพท์	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 กลุ่มสาระ	6
2.2 แอนิเมชัน 3 มิติ และงาน 3 มิติ	34
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	44
3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	44
3.2 ขั้นตอนเตรียมการผลิต (Pre-production)	45
3.3 ขั้นตอนการผลิต (Production)	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-production)	59
บทที่ 4 ผลการวิจัย	61
4.1 ผลการผลิตภาพยนตร์แอนิเมชัน	61
4.2 ผลจากการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ	62
4.3 ผลการประเมิน โดยกลุ่มตัวอย่าง	62
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	64
5.1 อภิปรายผลการวิจัย	64
5.2 บทสรุป	65
5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	65
5.4 ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก ตัวอย่างแบบสอบถาม	71
ประวัติผู้วิจัย	73

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง	62



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	พื้นที่ทะเลอ่าวไทย 8
2.2	ธรณีวิทยาโครงสร้างของอ่าวไทย 8
2.3	อาณาเขตของอ่าวไทยตอนใน 9
2.4	ลักษณะตะกอนพื้นทะเลอ่าวไทย 11
2.5	ทะเลอันดามัน ขอบเขตของทะเลอันดามัน 12
2.6	การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนใน 13
2.7	การผันแปรตามฤดูกาลของกระแสน้ำเฉลี่ยที่ผิวหน้าทะเลในอ่าวไทย 14
2.8	การไหลเวียนของกระแสน้ำในทะเลอันดามัน 15
2.9	คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งทั่วประเทศปี 2550-2559 18
2.10	ภาพแสดงสถิติปริมาณขยะในปี 2593 25
2.11	เส้นทางการเดินทางของสายน้ำ จุดสีเหลืองแทนขยะพลาสติก 26
2.12	เส้นทางการเดินทางของสายน้ำ จุดสีเหลืองแทนขยะพลาสติก 27
2.13	ภาพแสดงพลาสติกที่มาจาก การแตกหักของผลิตภัณฑ์พลาสติก 28
2.14	ภาพแสดงวัฏจักรของไมโครพลาสติก 30
2.15	วงจรชีวิตของปลาที่อยู่ในแถบอ่าวไทย 31
2.16	ภาพของการกำเนิดตัวอ่อนในไข่ของปลา 33
2.17	12 Basic Principles of Animation 37
3.1	ภาพข่าวอย่าคิดว่าแค่ถุงพลาสติก นักดำน้ำ เหยนาที่ช่วยชีวิต ปลาดิบดู เกือบตาย 46
3.2	ขยะพลาสติก 48
3.3	ภาพร่างขยะ 49
3.4	ภาพร่างขยะลอยน้ำ 49
3.5	การออกแบบตัวละคร ไข่ปลา 49
3.6	การออกแบบตัวละคร ปลา 50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.7	การออกแบบฉากและโทนสี ภาพท้องทะเล	50
3.8	การออกแบบฉากและโทนสี ภาพท้องใต้ผิวน้ำ	51
3.9	การออกแบบฉากและโทนสี ภาพท้องน้ำใต้ทะเล	51
3.10	ภาพร่างบทภาพนิ่ง (Thumbnail Board)	52
3.11	บทภาพนิ่ง (Storyboard)	52
3.12	ภาพต้นแบบตัวละคร	53
3.13	ภาพการขึ้น โมเดลปลา	54
3.14	โมเดลปลา Wireframe/Topology	55
3.15	UV Texture	55
3.16	Sine Deformer Handle Manipulators	56
3.17	ฉากทะเล	57
3.18	ฉากทะเล แสงจากผิวน้ำ	57
3.19	ฉากใต้ทะเล	58
3.20	aiSkyDome Light ของฉากใต้น้ำ	59
3.21	การซ้อนภาพของฉากใต้ทะเล	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธรรมชาติกับมนุษย์มีความสัมพันธ์กันมาอย่างแนบแน่นยาวนาน ในอดีตปัญหาเรื่องความสมดุลของธรรมชาติตามระบบนิเวศยังไม่เกิดขึ้นรุนแรงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากการดำรงชีวิตของมนุษย์ยังคงดำเนินอยู่ใต้อิทธิพลของธรรมชาติ ความเปลี่ยนแปลงทางด้านธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป จึงอยู่ในวิสัยที่ธรรมชาติสามารถปรับสมดุลของตัวเองได้ แต่ในปัจจุบัน โลกได้ก้าวมาสู่ยุคแห่งการแข่งขันพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจสูง ส่งผลให้มีการทำลายธรรมชาติอย่างมากถึงระดับที่ธรรมชาติเริ่มเสียสมดุล จนทำให้เกิดภัยธรรมชาติที่ปัจจุบันโลกกำลังประสบอยู่ การใช้ทรัพยากรอย่างไร้คุณค่าจะเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสังคมสังคม เห็นได้จากปริมาณเศษเหลือใช้ในภาคครัวเรือน ภาคอุตสาหกรรม และภาคเอกชน นับวันจะเพิ่มมากยิ่งขึ้นกลายเป็นขยะไร้ค่า และก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งแวดล้อมทางทะเล ในปี 2558 มีดัชนีชี้วัดความเสื่อมคุณภาพของทะเล พบการเกยตื้นของสัตว์ทะเลหายากอย่าง เต่าทะเล โลมา พะยูน และวาฬ รวม 345 ครั้ง ด้านคุณภาพน้ำทะเลกรมควบคุมมลพิษระบุว่ามีความเสื่อมโทรมมากที่สุดคือ อ่าวไทยรูปตัว “ก” ปัญหาขยะทะเลพบว่า ขยะชายหาดส่วนใหญ่เป็นพลาสติกจำพวก ถัง หลอด ขวด ฝาจาก ภาชนะบรรจุอาหาร คิดเป็นร้อยละ 49 ของขยะที่พบทั้งหมด จากการสำรวจพบว่า การเพิ่มขึ้นของประชากรคือสาเหตุหลักที่มีการใช้ประโยชน์จากทะเลมากขึ้น ควรมีการบริหารจัดการตั้งแต่ขยะบนบก ที่เชื่อมต่อการทำงานกับการบริหารจัดการขยะชายหาดและขยะในทะเล จึงได้มีการรวมตัวกันของหน่วยงานของรัฐคือ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานสภาพความมั่นคงแห่งชาติ และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ทำพิธีลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือการพัฒนาและขับเคลื่อนงานวิจัย “ผลประโยชน์แห่งชาติและความมั่นคงทางทะเล” เพื่อสร้างความร่วมมือการทำงานวิจัยอันนำไปสู่การแก้ไขปัญหาทางทะเลของประเทศให้ตรงจุดและเกิดประสิทธิผลมากที่สุด โดยรวมถึงพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล เกาะ พื้นดินท้องทะเล หรืออากาศเหนือท้องทะเลไทยมีพื้นที่ทางทะเลรวม 323,488.32 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 60 ของพื้นที่ทางบกความยาวชายฝั่งทะเลเท่ากับ 3,151.13 กิโลเมตร

ประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากทะเล 4 ภาคส่วน ได้แก่การพาณิชย์นาวี การประมง การผลิตพลังงาน และการท่องเที่ยวจังหวัดชายทะเล

ปัญหาของการสภาวะดังกล่าวรัฐบาลไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญจึงได้กำหนดนโยบายในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) โดยมุ่งเน้นเรื่องการจัดสรรการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การรักษาฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติสร้างสมดุลของการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและเป็นธรรม การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อให้เกิดความสมดุล และการแก้ไขปัญหาวิกฤตสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการกระตุ้นเตือนให้มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เปิดโอกาสให้ประชาชนองค์กรเอกชนและองค์กรการปกครองท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยรัฐบาลสนับสนุนการณรงค์ให้ทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐและประชาชนตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติโดยบรรจุในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาจากต้นเหตุของการทิ้งขยะ เพื่อลดปัญหาขยะในท้องทะเลไทยที่มีปัจจัยต้นเหตุหลักมาจากการกระทำของมนุษย์โดยเลือกท้องทะเลไทยเป็นกรณีศึกษางานวิจัย โดยการสร้างจิตสำนึกตระหนักถึงผลกระทบที่ร้ายแรงของปัญหานี้และจะส่งผลกระทบต่อระยะยาวที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหากประชาชนขาดจิตสำนึกในการร่วมมือกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของปัญหาการขาดจิตสำนึกในการทิ้งขยะมูลฝอยลงสู่ท้องทะเลไทย ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มาพัฒนาเป็นสื่อแอนิเมชันโดยใช้กระบวนการสร้างความตระหนัก โดยแทรกเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการปลูกจิตสำนึกและกระตุ้นเตือนให้ตระหนักถึงผลกระทบของการทิ้งขยะด้วยการใช้ภาพกราฟิกแอนิเมชันตัดต่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เลือกวิธีการนำเสนอเนื้อหาด้วยวิธีการเชื่อมโยงสถานการณ์จริงในปัจจุบัน ซึ่งคาดหวังว่าแอนิเมชันจะช่วยทำให้เกิดความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติดังกล่าว และเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติท้องทะเลไทยอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาเรื่องปัญหาขยะมูลฝอยในท้องทะเลที่ก่อให้เกิดผลกระทบในการดำรงชีวิตของสัตว์ในท้องทะเลไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาเทคนิคและวิธีการผลิตสื่อภาพยนตร์แอนิเมชันในรูปแบบ 3 มิติ

1.2.3 เพื่อออกแบบและผลิตสื่อแอนิเมชันสามมิติกระตุ้นการงดทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาเรื่องการ “การผลิตสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยที่ก่อให้เกิดผลกระทบในท้องทะเลไทย” มีรูปแบบเป็นการ์ตูนแอนิเมชันมีขอบเขตและวิธีวิจัย โดยขอบเขตด้านเนื้อหา จำกัดขอบเขตเนื้อหาแอนิเมชันครอบคลุมในส่วนของข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานะแวดล้อมของสัตว์ในทะเลไทยที่เปลี่ยนไปเนื่องจากผลกระทบจากการทิ้งขยะ

1.4 นิยามศัพท์

ในการศึกษาผลของแอนิเมชันที่มีต่อความตระหนัก ปัญหาสิ่งแวดล้อม เรื่องปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยที่ก่อให้เกิดผลกระทบในท้องทะเลไทยมีคำจำกัดความในการวิจัยดังนี้

แอนิเมชัน หมายถึง การสร้างภาพเพื่อสื่อกลางในการนำเสนอเนื้อหาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นการสร้างภาพสามมิติผสมผสานการถ่ายภาพหลายชั้นประกอบกันอย่างต่อเนื่องด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บันทึกเสียงและบรรยายเนื้อเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม เรื่องปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยที่ก่อให้เกิดผลกระทบในท้องทะเลไทย

ความพึงพอใจ หมายถึง เจตคติที่ดีที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง กล่าวถึงแอนิเมชันที่มีผลกระทบต่อความตระหนักเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม เรื่องปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยที่ก่อให้เกิดผลกระทบในท้องทะเลไทย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ภาพยนตร์แอนิเมชันที่มีแสดงถึงผล เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม เรื่องปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยที่ก่อให้เกิดผลกระทบในท้องทะเลไทย

1.5.2 กรมทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมจะได้รับสื่อแอนิเมชันเพื่อเผยแพร่ในการสร้างความตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น

1.5.3 ภาคเอกชนสามารถนำสื่อภาพยนตร์นี้ไปเผยแพร่ในการสร้างความตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคการสร้างแอนิเมชันด้วยภาพ 3 มิติ โดยมุ่งเน้นเนื้อหาที่มีต่อผลความตระหนักต่อผู้รับชมเมื่อรับชมแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องปัญหาการทิ้งขยะมูลฝอยที่ก่อให้เกิดผลกระทบในท้องทะเลไทย ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวคิดและทฤษฎี ในการดำเนินงานวิจัย

2.1 กลุ่มสาระ

2.1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับทรัพยากรทางทะเลและผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมในทะเล

2.1.1.1 ทรัพยากรทางทะเลและอาณาเขตทางทะเลของไทย

2.1.1.2 ปัญหาและผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมในทะเล

- 1) ปัญหาของคุณภาพน้ำทางทะเล
- 2) ปัญหาของการรั่วไหลของน้ำมัน
- 3) ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
- 4) ปัญหาของขยะทางทะเล

2.1.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับปัญหาขยะทะเลและชายฝั่ง

2.1.2.1 วัฏจักรของขยะในท้องทะเล

- 1) แหล่งที่มา (Source) ของขยะในท้องทะเล
- 2) การเคลื่อนย้าย (Transport) ของขยะในท้องทะเล
- 3) สถานะ (Fate) ของขยะในท้องทะเล
- 4) การปนเปื้อน (Contamination) ในสิ่งแวดล้อมทางทะเล

2.1.3 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับวงจรชีวิตปลาทูในท้องทะเลไทย

2.2 แอนิเมชัน 3 มิติ และงาน 3 มิติ

2.2.1 ความหมายของแอนิเมชัน

2.2.2 ประเภทของแอนิเมชัน

2.2.3 การผลิตแอนิเมชัน

2.1 กลุ่มสาระ

2.1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับทรัพยากรทางทะเลและผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมในทะเล

ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ บนโลกได้มีการแบ่งแยกประเภทของทรัพยากร ธรรมชาติ ออกตามแหล่งที่มา โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ได้แก่ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรอากาศ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ โดยทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งที่สำคัญกับมนุษย์ทางด้านทั้งอุปโภค และบริโภค การคมนาคมขนส่งอุตสาหกรรม แต่ปัจจุบันทรัพยากรน้ำตามธรรมชาติลดลงไปและคุณภาพของน้ำสะอาดที่จะนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของ มนุษย์เหลืออยู่ปริมาณน้อยซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิต เศรษฐกิจและสังคม การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำอย่างไม่เหมาะสม ทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงรวมถึงมีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ สาเหตุสำคัญได้แก่การทิ้งขยะหรือของเสียจากอาคารบ้านเรือน โรงงาน และไปจนถึงการชะล้างของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรจากดินปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ สภาวะดังกล่าวเรียกว่ามลพิษทางน้ำ (Water Pollution) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและมีผลกระทบกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่สุด โดยเฉพาะกับทรัพยากรทางน้ำเพราะน้ำคือตัวเชื่อมระหว่างทวีปทุกทวีปเข้าด้วยกัน กล่าวคือหากเกิดผลกระทบกับระบบน้ำเท่ากับทุกทวีปเกิดผลกระทบทุกทวีปทันที

แหล่งน้ำจากทะเลและมหาสมุทรเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ของวงจรรอบโลก น้ำทะเลคือมวลน้ำเค็มที่ถูกล้อมรอบด้วยแผ่นดินบางส่วนหรือทั้งหมด ทะเลทุกแห่งถูกล้อมรอบด้วยแผ่นดินหรือต่อเนื่องกับแผ่นดินซึ่งถูกล้อมรอบด้วยกระแสน้ำที่หมุนเป็นวงในมหาสมุทรแอตแลนติก (North Atlantic Gyre) ขณะเดียวกันกระแสน้ำในมหาสมุทรก็เป็นปัจจัยที่กำหนดอุณหภูมิอากาศอบอุ่นที่เรียกว่ากระแสน้ำเย็น กระแสน้ำอุ่น บริเวณที่มีการมาบรรจบกันทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นอาหารสำหรับปลานานาชนิด มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์มากมายจากทะเลทั้งด้านการผลิตอาหารและการคมนาคม ใช้ในการอุปโภคและบริโภคในครัวเรือน กิจกรรมอุตสาหกรรม การชลประทาน อาจกล่าวได้ว่าทรัพยากรทางทะเลสำคัญกับการใช้ชีวิตของมนุษย์ชาติบนโลกเลยทีเดียว ได้ โดยมีการแบ่งตามเขตของกลุ่มน้ำของแต่ละประเทศที่แตกต่างกันจนเกิดเป็นอาณาเขตน่านน้ำของแต่ละประเทศที่มีการปกครองและคุณภาพที่แตกต่างกันตามธรรมชาติ อ่าวไทยและทะเลอันดามันได้รับน้ำจืดจากน้ำท่า (River Runoff) หรือน้ำที่มาจากแม่น้ำซึ่งเป็นมวลน้ำที่มารวมกันจากฝนที่ตกลงมาในลำน้ำ ทำให้ความเค็มของน้ำทะเลเจือจางลงและมีผลให้ความหนาแน่นของน้ำเปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่าวไทยตอนในมีค่าโดยประมาณอยู่ระหว่าง 129.5 ถึง 250.0

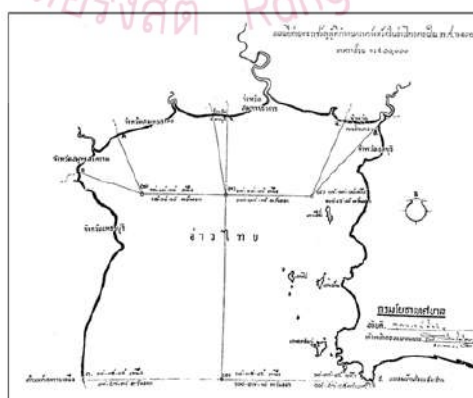
ลูกบาศก์เมตร ขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วน Rainfall : Runoff Ratio ที่ใช้คำนวณ (ปราโมทย์ โสจิสูตร, 2546)

2.1.1.1 ทรัพยากรทางทะเลและอาณาเขตทางทะเลของไทย

ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลสองด้านตั้งอยู่บริเวณที่เป็นคาบสมุทรอินโดจีนและส่วนภาคใต้ของประเทศไทยอยู่บนส่วนของคาบสมุทรมาลายู ชายฝั่งทะเลของไทยอยู่ในพื้นที่ 23 จังหวัด มีความยาวชายฝั่งกว่า 3,151 กิโลเมตร ประกอบด้วยชายฝั่งด้านตะวันออกทางฝั่งอ่าวไทยซึ่งเป็นส่วนในสุดของมหาสมุทรแปซิฟิก ส่วนชายฝั่งด้านตะวันตกอยู่ติดกับทะเลอันดามันซึ่งรวมถึงส่วนเหนือของช่องแคบมะละกาของมหาสมุทรอินเดีย อาณาเขตทางทะเล (Maritime Zone) ของไทยที่มีพื้นที่กว่า 350,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมากกว่าสองในสามของอาณาเขตบนบกที่มีพื้นที่ประมาณ 513,000 ตารางกิโลเมตร อาณาเขตทะเลไทยแบ่งออกเป็น 6 เขต ประกอบด้วย น่านน้ำภายใน ทะเลอาณาเขต เขตต่อเนื่อง เขตเศรษฐกิจจำเพาะ ไหล่ทวีปและทะเลหลวง ทะเลไทยแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ อ่าวไทย (Gulf of Thailand) และทะเลอันดามัน (Andaman Sea) อ่าวไทยเป็นน่านน้ำภายในที่อยู่ส่วนในสุดของทะเลจีนใต้และตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกระหว่างเส้นรุ้ง (ละติจูด) ที่ 6° ถึง 13.5° เหนือ เส้นแวง (ลองจิจูด) ที่ 99° ถึง 105° ตะวันออก มีลักษณะเป็นอ่าวกึ่งปิดล้อมรอบด้วยชายฝั่งของคาบสมุทรมาลายูทางตะวันตกและแผ่นดินของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทางทิศเหนือและทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าวไทยเป็นช่องเปิดระหว่างปลายแหลมญวน ประเทศเวียดนามและเมืองโกตาบารูของประเทศมาเลเซีย ติดต่อกับทะเลจีนใต้ มีความกว้างประมาณ 380 กิโลเมตร ความยาวประมาณ 810 กิโลเมตร และส่วนที่กว้างที่สุด มีความกว้าง 540 กิโลเมตร อยู่ลึกเข้ามาในอ่าว (Robinson, 2517) พื้นที่ของทะเลอ่าวไทยมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ความลึกเฉลี่ยประมาณ 44 เมตร บริเวณส่วนกลางของอ่าวที่ลึกที่สุดมีความลึกประมาณ 86 เมตร (รูปที่ 2.1) ตอนกลางอ่าวมีความลึกประมาณ 60 เมตร และมีส่วนที่แผ่เป็นร่องน้ำแคบขึ้นไปทางเหนือเป็นลักษณะของ drowned river valley ที่เคยไหลผ่านระดับน้ำทะเลในยุคน้ำแข็งและสามารถเห็นร่องรอยแม่น้ำโบราณต่อกับแม่น้ำบนแผ่นดินปัจจุบันอ่าวไทยติดต่อกับทะเลจีนใต้โดยมีสันเขาได้น้ำ 2 แนว ที่วางตัวตามแนวเหนือ-ใต้เป็นตัวกัน สันเขาได้น้ำฝั่งตะวันตกของอ่าววางตัวตามแนวยาวจากโกตาบารูทางใต้ไปทางตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 160 กิโลเมตร มีความลึกประมาณ 50 เมตร ส่วนสันเขาทางฝั่งตะวันออกมีความลึกประมาณ 25 เมตร เป็นแนวจากแหลมคาเมาไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 100 กิโลเมตร ระหว่างสันเขาทั้งสองแนวเป็นร่องน้ำลึกมีความลึก (sill depth) 67 เมตร สันเขาได้น้ำนี้เป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำระดับล่างในอ่าวไทย ลักษณะชายฝั่งด้านตะวันออกเฉียงเหนือจะตื้นและเรียกว่าชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ (รูปที่ 2.1)

อ่าวไทยมีพื้นที่ทั้งหมด 270,000 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นปริมาตรของอ่าว 12,510 ลูกบาศก์กิโลเมตร (Robinson, 1974) ลักษณะภูมิฐานของพื้นที่ท้องทะเลอ่าวไทยที่เป็นแอ่งกระทะนั้นเกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในแนวเหนือใต้ ทำให้เกิดเป็นแอ่งขนาดใหญ่ คือ แอ่งด้านตะวันตกและแอ่งด้านตะวันออก (รูปที่ 2.2) หินฐานที่รองรับแอ่งในอ่าวไทยเป็นหินที่เกิดก่อนสมัยอีโอซีน สันนิษฐานว่าประกอบด้วยหินแปร หินอัคนี และหินตะกอน (สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล, 2555) ในทางสมุทรศาสตร์อ่าวไทยมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อ่าวไทยตอนในหรืออ่าวไทยตอนบน (Inner Gulf หรือ Upper Gulf) และอ่าวไทยตอนนอกหรืออ่าวไทยตอนล่าง (Outer Gulf)

อ่าวไทยตอนใน (Inner Gulf of Thailand) เป็นส่วนบนของอ่าวมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมคล้ายตัวอักษร “ก” จึงถูกเรียกกันทั่วไปว่า อ่าว ก มีอาณาบริเวณตามพระราชบัญญัติกำหนดพื้นที่เขตจังหวัดในอ่าวไทยตอนใน พ.ศ. 2502 (รูปที่ 2.3) ตั้งแต่ชายฝั่งของตำบลห้วยทรายเหนือ อำเภอชะอำ ในจังหวัดเพชรบุรีที่ละติจูด 12 องศา-35 ลิปดา 45 ฟลิปดาเหนือ ลองจิจูด 49 องศา-47 ลิปดา-30 ฟลิปดาตะวันออก ทางเหนือขึ้นไปตามเขตพื้นที่ชายฝั่งของจังหวัดสมุทรสงคราม ไปทางตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่ชายฝั่งของจังหวัดสมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการและฉะเชิงเทราและลงไปทางใต้ตามแนวชายฝั่งจังหวัดชลบุรี จนถึงแหลมช่องแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ละติจูด 12 องศา-35 ลิปดา-45 ฟลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา-27 ลิปดา-30 ฟลิปดาตะวันออก ในปัจจุบันนิยมเรียกพื้นที่อ่าวไทยตอนในว่าอ่าวไทยตอนบน (Upper Gulf of Thailand) ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่ทางทิศใต้ลงไปถึงอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



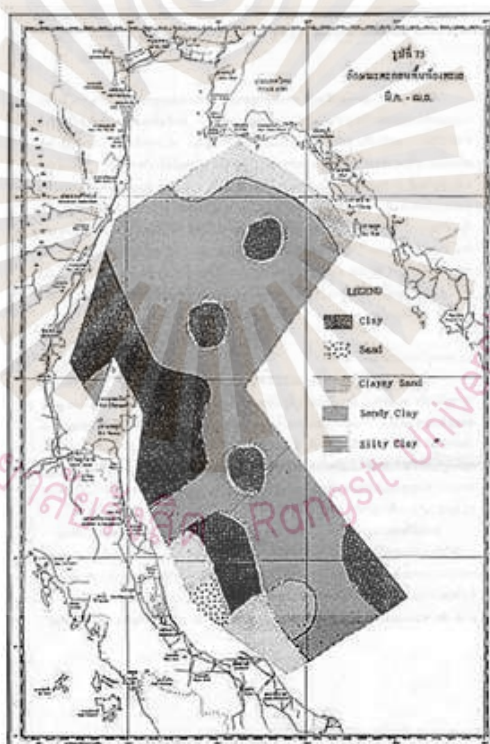
รูปที่ 2.3 อาณาเขตของอ่าวไทยตอนใน
ที่มา : สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล, 2555

อ่าวไทยตอนในมีขนาดประมาณ 100 x 100 ตารางกิโลเมตร อ่าวไทยตอนในมีความลึกสูงสุดประมาณ 40 เมตร ทางฝั่งขวาของอ่าว ส่วนฝั่งซ้ายจะตื้นเขินกว่า ความลึกเฉลี่ยในอ่าวไทยตอนในประมาณ 15 เมตร และความลาดเอียงของพื้นอ่าวประมาณ 0.2 เมตรต่อ 1 กิโลเมตร มีพื้นที่ผิวทั้งหมดประมาณ 10,360 ตารางกิโลเมตร (ส่วนธรณีวิทยาทางทะเล, 2555) อ่าวไทยตอนในเป็นเอสทูรีขนาดใหญ่ได้รับน้ำจืดจากแม่น้ำ 4 สายคือ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง มวลน้ำในอ่าวไทยตอนในมีความเข้มข้นของสารอาหารละลายน้ำสูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนช่วยส่งเสริมผลผลิตเบื้องต้นและผลผลิตทางการประมงในบริเวณนี้ ชายฝั่งด้านบนของอ่าวไทยตอนในเป็นหาดเลนในเขตน้าขึ้น-น้ำลงที่ปกคลุมด้วยป่าชายเลนที่มีความกว้างตั้งแต่ 1 ถึง 10 กิโลเมตร บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยตอนในจึงเป็นถิ่นที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารและที่หลบภัยของสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ

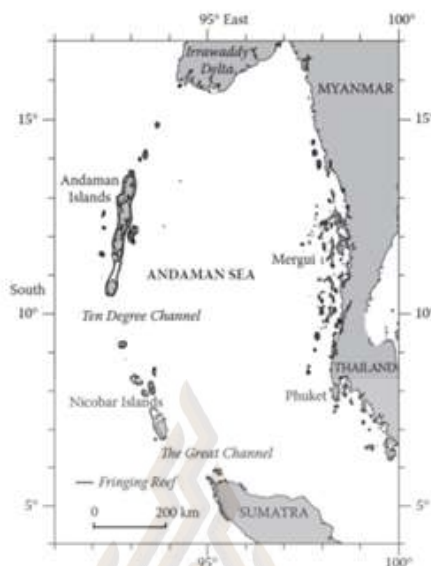
ลักษณะของตะกอนที่ผิวพื้นทะเลของอ่าวไทยตอนในประมาณร้อยละ 60 ประกอบด้วยตะกอนโคลนทะเลปนด้วยเศษเปลือกหอย ดินตะกอนมีสีเทาอมเขียว เทาเทา ดำ น้ำตาลและน้ำตาลเข้ม รองลงมาเป็นตะกอนโคลนปนทรายร้อยละ 20 สีเทาอมเขียว เทาเทา ทรายที่เป็นองค์ประกอบเป็นทรายละเอียด มีเศษเปลือกหอยปนร้อยละ 0-30 พื้นตะกอนที่เป็นทรายปนโคลนทะเลและตะกอนทรายพบสะสมจากชายฝั่งและบริเวณรอบเกาะ ลักษณะธรณีวิทยาชั้นตะกอนใต้พื้นท้องทะเลแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ชั้นตะกอนชุดล่างซึ่งสะสมตัวในสมัยไพลสโตซีนมีร่องรอยถูกกัดเซาะเป็นร่องน้ำขนาดใหญ่ และชั้นตะกอนชุดบนมีความหนาตั้งแต่ 0-19 เมตร มีความหนามากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นชั้นตะกอนที่สะสมตัวในสมัยโฮโลซีนเนื่องจากการรูก้ำของน้ำทะเลเมื่อประมาณ 10,000 ปีที่ผ่านมา ดินตะกอนในอ่าวไทยตอนในมีการสะสมของโลหะหนักในความเข้มข้นเรียงจากมากไปหาน้อยคือ เหล็ก แมงกานีส ไทเทเนียม สังกะสี โครเมียม วานาเดียม นิเกิล ทองแดง ตะกั่ว โคบอลต์ อาร์เซนิก และ แคดเมียม ตามลำดับ ดินตะกอนบริเวณทางเหนือของอ่าวไทยตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และบริเวณใกล้เคียงมีปริมาณโลหะหนักทุกชนิดยกเว้นแคดเมียมในความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณฝั่งตะวันตกและตะวันออก (ส่วนธรณีวิทยาทางทะเล, 2555)

อ่าวไทยตอนนอกหรืออ่าวไทยตอนล่างอาณาเขตของอ่าวไทยตอนนอกหรืออ่าวไทยตอนล่างเป็นส่วนต่อจากอ่าวไทยตอนในลงไปทางใต้จนถึงแนวเส้นต่อเชื่อมระหว่างแหลมคาเมา ของประเทศเวียดนาม ที่ละติจูด 8°36' เหนือ กับส่วนเหนือของฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำตรัง กานู เมืองโกตาบารู ในประเทศมาเลเซีย ที่ละติจูด 6°14' เหนือ ลองจิจูด 102°15' ตะวันออก แนวต่อ

นี้มีความยาวประมาณ 370 กิโลเมตร และความลึกไม่มาก ส่วนที่มีความลึกประมาณ 50 เมตร มีความยาวประมาณ 55 กิโลเมตรเท่านั้น สำหรับขนาดอ่าวไทยตอนนอกนั้นมีส่วนที่กว้างที่สุดประมาณ 555 กิโลเมตร ยาวประมาณ 838 กิโลเมตร มีลักษณะคล้ายรูปกระทะคือบริเวณที่มีความลึกที่สุดอยู่กลางอ่าวเป็นร่องลึก (Depression) ซึ่งมีความลึกไม่เกิน 85 เมตร แล้วค่อย ๆ ดันขึ้นตามแนวลาดชันของขอบฝั่งทะเล ตะกอนที่พื้นท้องทะเลกลางอ่าวไทยเป็น โคลนปนทรายหรือโคลน แต่พื้นทะเลของอ่าวไทยฝั่งตะวันตกจะไม่เป็นเนื้อเดียวกันโดยมีความแตกต่างของชั้นผิว ดังรูปที่ 2.4 ในส่วนอ่าวไทยตอนล่างเฉพาะที่เป็นอาณาเขตของประเทศไทย แบ่งได้เป็น 3 เขต คือบริเวณกลางอ่าวไทย ได้แก่ พื้นที่อ่าวไทยนอกชายฝั่งทะเลต่อจากเขตอ่าวไทยตอนบน เขตอ่าวไทยตะวันตก เขตอ่าวไทยตะวันออก จนถึงเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศไทย ลักษณะพื้นที่บริเวณนี้เป็นแอ่งบางแห่งเป็นเลนและโคลนปนทราย



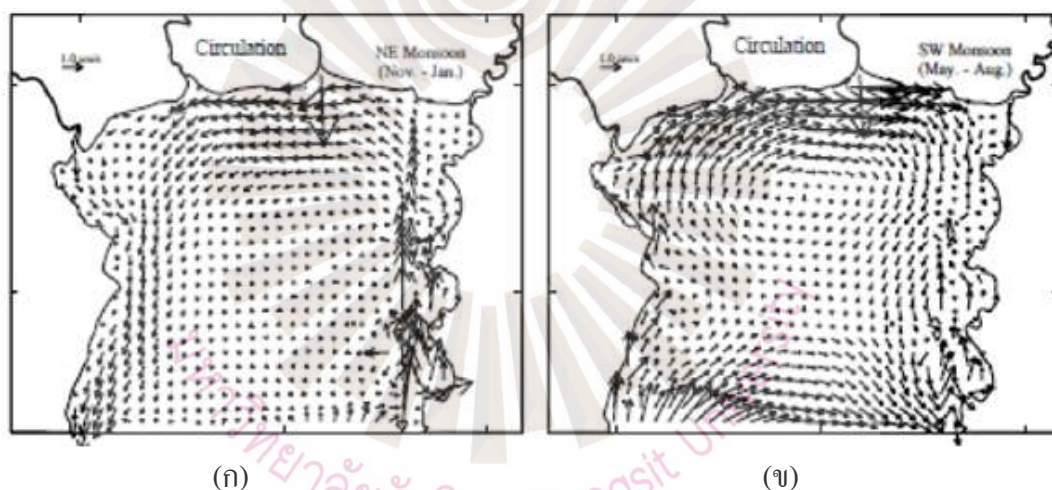
รูปที่ 2.4 ลักษณะตะกอนพื้นทะเลอ่าวไทย
ที่มา : สุนทรเมธ จิตรมหันตกุล, 2555



รูปที่ 2.5 ทะเลอันดามัน ขอบเขตของทะเลอันดามัน
คือ Central Andaman Trough ซึ่งน้ำทะเลลึกกว่าบริเวณอื่นของทะเลอันดามัน
ที่มา: สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล, 2555

ทะเลอันดามันเป็นส่วนหนึ่งของไหล่ทวีปของมหาสมุทรอินเดีย (รูปที่ 2.5) เป็นชายฝั่งทะเลจมตัวที่มีลักษณะเป็น Marginal Sea คือล้อมรอบด้วยแผ่นดิน เกาะ หรือคาบสมุทร มีส่วนเปิดที่ติดต่อกับทะเลเปิดที่ผิวน้ำ ทะเลอันดามันมีลักษณะเป็นแอ่งกึ่งปิด ตั้งอยู่ทางตะวันออกของอ่าวเบงกอล ที่ อาณาเขตด้านเหนือหรือด้านบนของทะเลอันดามันติดต่อกับแผ่นดินส่วนดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำอิระวดี ทิศตะวันออกเป็นคาบสมุทรมาเลย์ ทางตะวันตกของทะเลอันดามันเป็นที่ตั้งของหมู่เกาะนิโคบาร์และสุมาตราซึ่งเป็นแนวกั้นทะเลอันดามันกับอ่าวเบงกอล ส่วนด้านใต้เป็นส่วนปลายของเกาะสุมาตราและช่องแคบมะละกา ทะเลอันดามันมีความยาวในแนวเหนือ-ใต้ประมาณ 1,200 กิโลเมตร ส่วนกว้างที่สุดตามแนวตะวันออก-ตะวันตกมีระยะทางประมาณ 650 กิโลเมตร เป็นพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 797,700 ตารางกิโลเมตร ทางด้านทะเลอันดามันเป็นส่วนของไหล่ทวีปของคาบสมุทรมาเลย์ที่มีความลึกของบริเวณ Inner Shelf ต่ำกว่า 100 เมตร ความกว้างของไหล่ทวีปลดลงในแนวเหนือ-ใต้ โดยส่วนที่กว้างที่สุดบริเวณคาบสมุทร Mergui ในประเทศเมียนมาร์มีความกว้าง 250 กิโลเมตร แต่บริเวณนอกฝั่งเกาะภูเก็ตมีไหล่ทวีปกว้างเพียง 35 กิโลเมตร ทะเลอันดามันทางทิศตะวันตกมีแนวสันเขาที่ยกตัวขึ้น เรียก Sewell Rise เป็นแนวหมู่เกาะอันดามันและหมู่เกาะนิโคบาร์ พื้นที่ของทะเลอันดามันส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนแผ่นเปลือกขุ่นดา ในขณะที่หมู่เกาะอันดามันและหมู่เกาะนิโคบาร์อยู่บนแผ่นเปลือกพม่า (สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล, 2555)

กระแสน้ำในอ่าวไทยตอนในเป็นกระแสน้ำที่ไม่ค่อยแรงและไม่สม่ำเสมอ อยู่ภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้น-น้ำลง ในระหว่างช่วงน้ำขึ้นกระแสน้ำไหลขึ้นไปทางทิศเหนือและกลับทิศกันในขณะที่น้ำลง กำลังแรงของกระแสน้ำผันแปรตามคาบเวลาน้ำขึ้น-น้ำลง การหมุนเวียนของน้ำในบริเวณส่วนบนของอ่าวถูกควบคุมโดยอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสลม กระแสน้ำในอ่าวไทยทั้งอ่าวอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม ในฤดูที่มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำที่ผิวในอ่าวไทยเคลื่อนที่เป็นวงรอบอ่าวตามเข็มนาฬิกา (รูปที่ 2.6ก) ส่วนในฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำในอ่าวเคลื่อนเป็นวงรอบอ่าวทวนเข็มนาฬิกา (รูปที่ 2.6ข) อิทธิพลของลมมรสุมทำให้มวลน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนในไหลเวียนอยู่เฉพาะในอ่าวตอนในไม่มีการถ่ายเทออกสู่ทะเลอ่าวไทยตอนล่าง ยกเว้นการแลกเปลี่ยนของมวลน้ำระดับลึกที่บริเวณปากอ่าวตอนในที่ติดต่อกับอ่าวไทยตอนล่าง



(ก)

(ข)

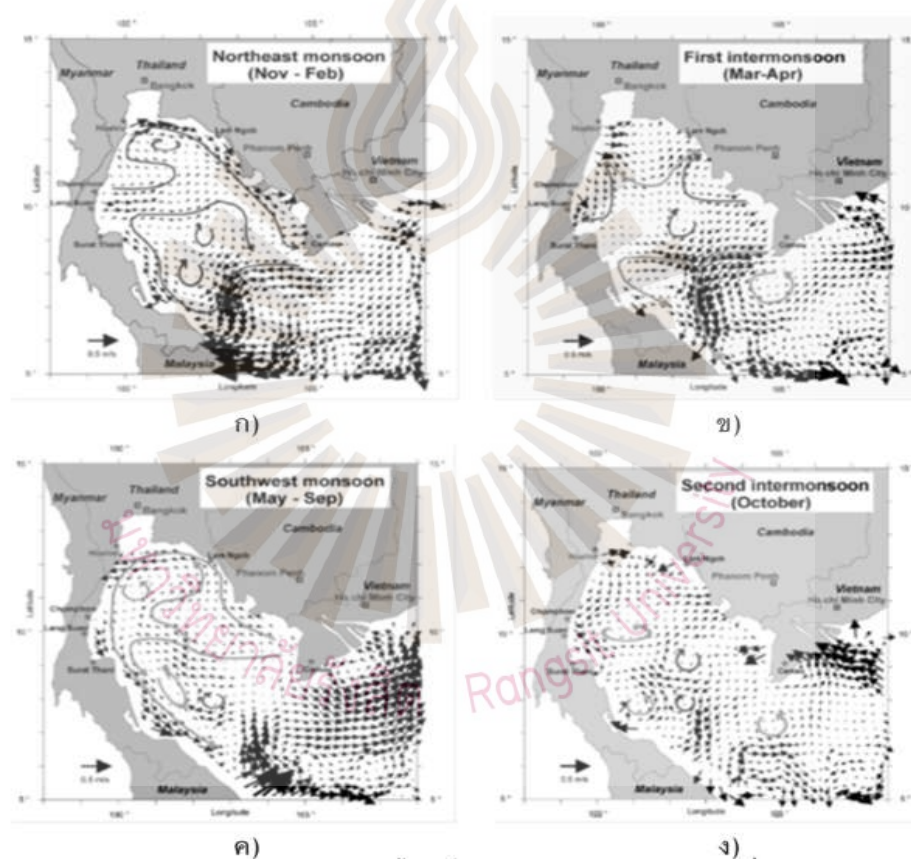
รูปที่ 2.6 การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนใน

โดย (ก) ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม (ข) ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม

ที่มา: สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล, 2555

ในบริเวณอ่าวไทยตอนล่างการไหลเวียนของกระแสน้ำมีทิศทางเช่นเดียวกับอ่าวไทยตอนใน คือไหลตามเข็มนาฬิกาในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและไหลทวนเข็มนาฬิกาในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (รูปที่ 2.6) แต่กระแสน้ำในระดับลึก (10-40 เมตร) จะไหลในทิศตรงข้ามกับกระแสน้ำที่ผิว การผสมของน้ำท่าและน้ำทะเลจากแรงลมและกระแสน้ำทำให้เกิดชั้น Ekman Layer หนา 30-50 เมตร ลอยอยู่เหนือน้ำทะเลที่มีความสูง กระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีผลกับการวางไข่ของปลา ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกระแสน้ำขึ้นบนไหลออกจากอ่าวไทยทำให้

ระดับน้ำทะเลในอ่าวตังเกี๋ย มวลน้ำชั้นล่างที่เค็มกว่า และอุณหภูมิต่ำจะขึ้นมาแทนที่ มวลน้ำชั้นล่างนี้ไหลเข้ามาจากทะเลจีนใต้ทางปากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและไหลวนออกทะเลจีนใต้ทางฝั่งตะวันตกของปากอ่าว ช่วงเปลี่ยนมรสุมในเดือนตุลาคมความเร็วลมสัมพันธ์กับการเกิดน้ำผุดลดน้อยลงด้วย ในระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมวลน้ำในอ่าวไทยได้รับอิทธิพลของน้ำจากทะเลจีนใต้ที่ไหลเข้าสู่อ่าวไทยและน้ำท่าจากแม่น้ำโขงที่ไหลเข้าสู่อ่าวไทยตามทิศทางของลมมรสุมทำให้ระดับน้ำในอ่าวสูงขึ้นทำให้เกิดน้ำผุดลดลงและเกิดน้ำทะเลหนุนเข้าไปยังบริเวณก้นอ่าวไทยตอนใน (สุคนธ์เมธ จิตรมหันทกุล, 2555)



รูปที่ 2.7 การผันแปรตามฤดูกาลของกระแสน้ำเจสโตรฟิก (Geostrophic Current) ที่ผิวหน้าทะเลในอ่าวไทยในแต่ละช่วงเดือน

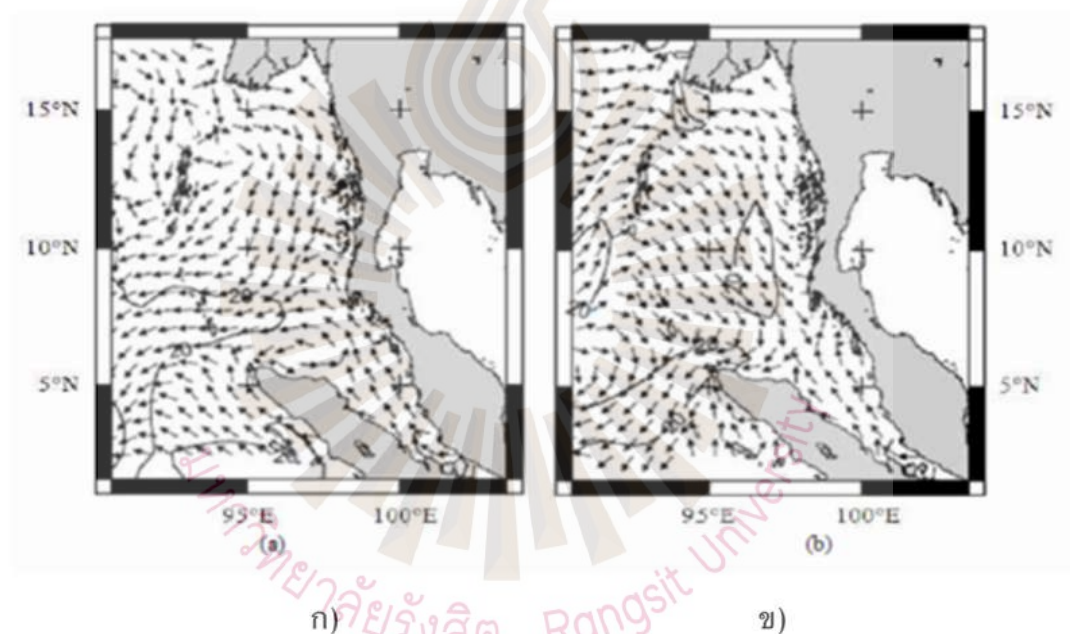
ก) เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์

ข) เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

ค) เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน และ ง) เดือนตุลาคม

ที่มา: สุคนธ์เมธ จิตรมหันทกุล, 2555

กระแสน้ำในทะเลอันดามันในช่วงมรสุมมีความแรงต่ำกว่าในช่วงเปลี่ยนมรสุม ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำในทะเลอันดามันมีทิศทางได้ไปทางเหนือและตะวันตกเฉียงเหนือ เนื่องจากมี North Equatorial Current ที่มีความเร็ว 0.3 เมตร/วินาที ไหลจากช่องแคบมะละกาผ่านทะเลอันดามันไปยังศรีลังกา ส่วนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้โดยเฉพาะในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายนกระแสน้ำ northern Indian Ocean (ความเร็ว 0.7 เมตร/วินาที) ไหลจากอ่าวเบงกอลเข้าสู่ทะเลอันดามัน ช่วงเปลี่ยนมรสุมทั้งสองช่วงมีกระแสน้ำ Indian Equatorial current ที่มีความเร็ว 1.0-1.3 เมตร/วินาที ไหลจากทิศตะวันออกเข้าสู่ทะเลอันดามันมีอิทธิพลของกระแสน้ำขึ้น-น้ำลง ลม และการแลกเปลี่ยนความร้อน (รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.8 การไหลเวียนของกระแสน้ำ (Surface Current) ในทะเลอันดามัน

ที่เกิดจากกระแสน้ำขึ้น - น้ำลง ลมและการถ่ายเทความร้อน

ก) มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ข) มรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ที่มา: สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล, 2555

การไหลเวียนของกระแสน้ำในทะเลอันดามันทั้งช่วงของมรสุมหรือการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ที่เกิดจากกระแสน้ำขึ้นและน้ำลง ส่งผลต่อการวางไข่ของบรรดาปลาผิวน้ำ เช่น ปลาทุ ซึ่งปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปลาทุเป็นปลาที่อพยพย้าย

ถิ่นเพื่อหาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการวางไข่ การไหลเวียนของกระแสน้ำไปจนถึงความสะอาดของน้ำมีผลอย่างยิ่งกับปลาไทยที่กำลังสูญพันธุ์ไปจากท้องทะเลไทย

2.1.1.2 ปัญหาและผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมในทะเล

ทะเลและชายฝั่ง นอกจากจะเป็นแหล่งผลิตปลาและสัตว์น้ำอีกหลายชนิดที่เป็นอาหารของคนไทยแหล่งใหญ่แหล่งหนึ่งแล้ว ยังเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายและมีคุณค่ามากมาย แต่ในปัจจุบันแหล่งทรัพยากรชายฝั่งของทะเลไทยเสื่อมโทรมอย่างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากทะเลเป็นแหล่งสุดท้ายที่ของเสียจากแหล่งต่างๆ ซึ่งถูกพัดตามลำน้ำแล้วสะสมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอ่าวไทย ซึ่งมีแม่น้ำที่สำคัญถึงสี่สายไหลไปรวมกันคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำบางปะกง และยังมีสาเหตุสำคัญมาจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วบริเวณชายฝั่ง ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือย โดยไม่คำนึงถึงความเสื่อมโทรมที่จะเกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีและวิทยาการต่างๆ มาใช้ในการดำเนินกิจกรรมในภาคการเกษตร อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และการท่องเที่ยว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดปัญหาจนเกิดเป็นมลพิษทางทะเลน้ำทะเลเสื่อมคุณภาพ และยังสร้างความเสียหายต่อพืชและสัตว์ที่อยู่อาศัยในทะเลและบริเวณชายฝั่ง และความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้ก็ส่งผลย้อนกลับมายังมนุษย์ในด้านต่างๆ เช่นเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบด้านเศรษฐกิจการท่องเที่ยว ผลกระทบด้านสุขภาพ หรืออาจส่งผลให้เกิดความขัดแย้งทางสังคม เป็นต้น

มลพิษทางทะเล หมายถึง การที่มนุษย์นำเอาสิ่งต่างๆ ลงสู่สิ่งแวดล้อมในทะเล เช่น น้ำเสีย ขยะ ไม่ว่าจะเป็นโดยจงใจหรือไม่ หรือจะโดยทางตรงหรือทางอ้อม เมื่อการกระทำนั้นก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ หรือการทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมในทะเลเสื่อมลงและทำให้คุณค่าทางสุนทรียภาพลดลง โดยสามารถแบ่งออกเป็นดังนี้

ปัญหาของคุณภาพน้ำทางทะเล

น้ำทะเลชายฝั่ง ความเชื่อมโยงของสาขาน้ำจากบกสู่ทะเล เป็นระบบนิเวศทางน้ำที่ธรรมชาติสร้างมาให้สอดคล้องและสมดุล แต่เมื่อเมืองขยายตัวขึ้น ผู้คนมากขึ้น ปัญหาการรุกร้าพื้นที่ชายฝั่งทะเลก็ตามมา ทั้งท่าเทียบเรือ โรงแรม สถานที่ท่องเที่ยว หรือแม้กระทั่งชุมชน นอกจากนี้ ปัญหาการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน ทั้งจากอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และบ้านเรือน ก็ไหลต่อเนื่องลงสู่แหล่งน้ำทะเลในท้ายที่สุด สถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งจึงเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่จับตามอง แม้ว่าความรุนแรงของปัญหาในภาพรวมอาจจะดูไม่รุนแรงนัก แต่ก็ไม่

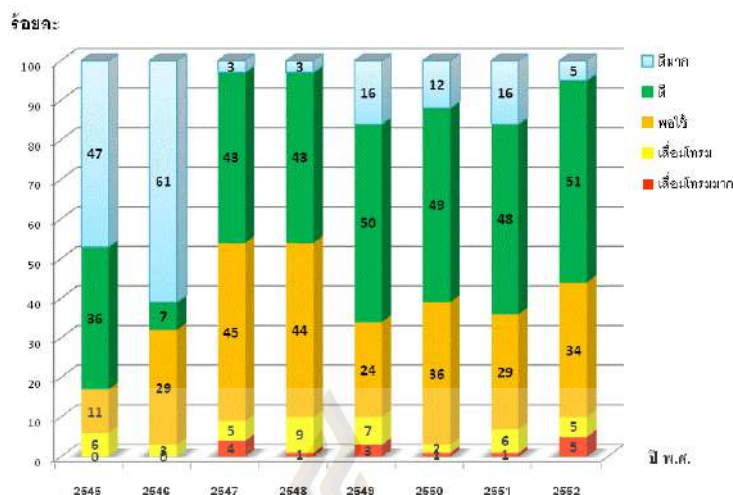
อาจมองข้ามไปได้จากผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง 23 จังหวัด จำนวน 240 สถานีทั่วประเทศ ในช่วงฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์-มีนาคม) และ ฤดูฝน (มิถุนายน-กรกฎาคม) ตามเกณฑ์ประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำทะเล (Marine Water Quality Index) ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังได้มีการรายงานสรุปในสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ซึ่งได้จัดทำขึ้นเป็นประจำทุกปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) โดยพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำทะเล ชายฝั่งทั่วประเทศ 240 สถานี จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และครั้งที่ 2 ระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูฝน โดยมีรายละเอียดสถานีเก็บตัวอย่างดังนี้

- 1) บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยด้านตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด มีสถานีเก็บตัวอย่างจำนวน 71 สถานี
- 2) บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใน (ปากแม่น้ำสายหลัก 4 สาย ปากคลอง 12 รั้ว และพื้นที่บางขุนเทียน) โดยพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม มีสถานีเก็บตัวอย่าง 16 สถานี
- 3) บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยด้านตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา มีสถานีเก็บตัวอย่างจำนวน 90 สถานี
- 4) บริเวณชายฝั่งทะเลด้านอันดามัน ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล มีสถานีเก็บตัวอย่างจำนวน 63 สถานี

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัดในแต่ละสถานีมีทั้งสิ้น 28 พารามิเตอร์

- 1) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป ได้แก่ วัดอุณหภูมิ น้ำประเท น้ำมันและไขมันบนผิวน้ำ สี และกลิ่น อุณหภูมิ ความโปร่งใส ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลาย สารแขวนลอย สารไนโตรเจน-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส จำนวน 240 สถานี
- 2) โลหะหนัก ได้แก่ สารหนู แคดเมียม โครเมียม โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ทองแดงปรอท ตะกั่ว สังกะสี เหล็ก และแมงกานีส จำนวน 70 สถานี
- 3) แบคทีเรีย ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม และ Enterococci จำนวน 240 สถานี และ Vibrio จำนวน 40 สถานี



รูปที่ 2.9 คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งทั่วประเทศปี 2550-2559 โดยกรมควบคุมมลพิษ
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2560

สถานการณ์ปี 2560 มีแนวโน้มดีขึ้น จากปี 2559 โดยคุณภาพน้ำทะเลที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ถึงดีมากเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 91 เป็นร้อยละ 96 และเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงเสื่อมโทรมมากลดลงจากร้อยละ 9 เป็นร้อยละ 4 คุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก อ่าวไทยฝั่งตะวันตก และชายฝั่งอันดามันส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นบริเวณอ่าวไทยตอนในคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยแหล่งน้ำทะเลที่มีคุณภาพดีสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ อ่าวสะพลี และอ่าวทุ่งวัวแล่น จังหวัดชุมพร ทะเลแหวก และหาดต้นไทร เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ และช่องแสมสาร จังหวัดชลบุรี ส่วนแหล่งน้ำทะเลที่มีคุณภาพเสื่อมโทรมสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ปากคลอง 12 รั้วนา และหน้าโรงฟอกย้อม กม.35 จังหวัดสมุทรปราการ ปากคลองท่าเคย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ และปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร เนื่องจากเป็นพื้นที่รองรับน้ำเสียที่มาจากแหล่งชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

ปัญหาของการรั่วไหลของน้ำมัน

การรั่วไหลของน้ำมันสามารถเกิดได้ทั้งตามธรรมชาติ เช่น รั่วจากแหล่งน้ำมันใต้ดิน หรือจากการกระทำของมนุษย์ เช่น อุบัติเหตุจากเรือ การขุดเจาะน้ำมัน หรือการลักลอบปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำ การรั่วไหลส่วนมากมักมีที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ สาเหตุหนึ่งของน้ำมันรั่วไหลในทะเลมาจากกิจกรรมการขนส่งทางทะเล การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศจะควบคู่ไปกับการความต้องการพลังงานภายในประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น และ

อาจเกิดอุบัติเหตุทำให้น้ำมันบางส่วนเกิดรั่วไหลลงสู่ทะเลเสมอ ถึงแม้จะมีมาตรการป้องกันต่างๆ แล้วก็ตาม

ผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหล

น้ำมันที่รั่วไหลสู่แหล่งน้ำจะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เริ่มจากน้ำมันบางส่วนระเหยไป น้ำมันที่เหลือจะเปลี่ยนสภาพไปตาม คุณสมบัติเฉพาะของชนิดน้ำมันนั้นๆ และปัจจัยต่างๆ เช่น แสงแดด กระแสน้ำ อุณหภูมิ ฯลฯ คราบน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง และปิดกั้นการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช สาหร่าย และพืชน้ำต่างๆ เปลี่ยนแปลงสภาวะการย่อยสลายของแบคทีเรียในน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดล้วนส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น (ปลา สัตว์หน้าดิน ปะการัง ฯลฯ) รวมถึงนกน้ำด้วย เกิดการสะสมสารพิษในห่วงโซ่อาหารที่เริ่มตั้งแต่ผู้ผลิต (แพลงก์ตอนพืช) ผู้บริโภคขั้นต้น (แพลงก์ตอนสัตว์/ปลา) จนถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้ายซึ่งก็คือมนุษย์คราบน้ำมันยังส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยว ประมงและการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง เช่น สัตว์น้ำตายจากคราบน้ำมัน ขาดออกซิเจน ชายหาดสกปรกจากคราบน้ำมัน ทำลายทัศนียภาพ มีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะกับการท่องเที่ยวและพักผ่อน ส่งผลกระทบทางอ้อมต่อเศรษฐกิจในชุมชนท้องถิ่นและระดับประเทศ

ความรุนแรงของผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหล ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งชนิดของน้ำมัน ปริมาณที่รั่วไหล สภาพภูมิศาสตร์ของบริเวณที่เกิดรั่วไหล กระแสน้ำ กระแสลม การขึ้น-ลงของน้ำทะเล ตลอดจนความหลากหลายและความสมบูรณ์ของทรัพยากรรอบๆ บริเวณนั้น (กระทรวงคมนาคม, 2545)

ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำอย่างรวดเร็ว

ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำทะเลอย่างรวดเร็วเกิดจากการใช้ประโยชน์ทางทะเลและอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาของศูนย์ชีววิทยาทางทะเลภูเก็ต พบว่า ปะการัง ที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำทะเลที่อุณหภูมิ 28-29 องศาเซลเซียส แต่หากมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 30-31 องศาเซลเซียส ติดต่อกันประมาณ 3-4 สัปดาห์ก็จะมีผลให้ปะการังเกิด การฟอกขาวขึ้น โดยพบว่าสาเหตุหลักมาจากการระบายความร้อนจากโรงงานไฟฟ้าและจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ส่งผลโดยตรงกับสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการสังเคราะห์แสง การหายใจ การทำงานของเอ็นไซม์ การกิน และระบบการสืบพันธุ์ โดยปรากฏการณ์ที่ทำให้เห็นได้ชัดในธรรมชาติที่เป็นการบอกถึงความผิดปกติในท้องทะเล

ไทยคือ ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว เกิดขึ้นได้หลายสาเหตุ สำหรับปัจจัยที่อาจทำให้เกิดปะการังฟอกขาว เช่น ความเค็มของน้ำทะเล ที่เปลี่ยนไปอาจเกิดจากการปล่อยน้ำจืดลงสู่ทะเลปริมาณมากที่เกิดจากพายุฝน ตะกอนที่ถูกพัดมาหรือแม้แต่ลมพิษเกิดจากการใช้ประโยชน์ทางทะเล ก็ล้วนมีผลให้เกิดการฟอกขาวได้ทั้งสิ้น แต่สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดเป็นวงกว้างคือ อุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงขึ้นอย่างผิดปกติ ในอดีตมีรายงานการเกิดปะการังฟอกขาวเช่นนี้ในปี พ.ศ.2534, 2538, 2541, 2546, 2548 และ 2550 เป็นสภาวะที่ปะการังสูญเสียสาหร่ายเซลล์เดียว (Zooxanthellae) ที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของปะการังแบบพึ่งพากัน (Symbiosis) ทำให้ปะการังอ่อนแอเพราะไม่ได้รับสารอาหารที่เพียงพอ และอาจตายถ้าไม่สามารถทนต่อสภาวะนี้ได้ (สีของปะการังเกิดจากรงควัตถุของสาหร่ายเซลล์เดียวในปี 2553 เป็นปีที่พบแนวปะการังเสียหายมากที่สุดเป็นประวัติการณ์ เกิดจากอุณหภูมิน้ำทะเลที่เริ่มสูงขึ้นจากปกติ 29 องศาเซลเซียส ได้เริ่มสูงขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียสตอนปลายเดือนมีนาคม ส่งผลให้เกิดสภาวะปะการังฟอกขาวเป็นพื้นที่วงกว้างคลุมทะเลทั้งฝั่งอันดามันและอ่าวไทย

จากการสำรวจของหลายหน่วยงาน พบว่าในแต่ละพื้นที่ที่มีปะการังฟอกขาวมากน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดปะการังที่ขึ้นครอบคลุมพื้นที่นั้น (Dominant group) ปะการังเขากวางเป็นกลุ่มที่ไวต่อการฟอกขาวที่สุด ถ้าพื้นที่ใดพบปะการังชนิดนี้ปกคลุมมาก พื้นที่นั้นจะได้รับผลกระทบมากด้วย และการฟอกขาวขึ้นอยู่กับแนวชายฝั่งที่ปะการังขึ้นอยู่ แนวชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำ มีการเคลื่อนไหวของม่านน้ำมาก (ด้านตะวันตกของเกาะต่างๆ ในทะเลอันดามัน) จะได้รับผลกระทบน้อยกว่าบริเวณที่การเคลื่อนไหวของม่านน้ำน้อย ประมาณภาพรวมทั่วประเทศพบว่าปะการังแต่ละแห่งฟอกขาวมากถึงร้อยละ 30-95 ปะการังเกือบทุกชนิดฟอกขาวหมด ยกเว้น 3-4 ชนิด เช่น ปะการังสีน้ำเงิน ปะการังลาบดอกไม้ และปะการังดาวใหญ่ (กระทรวงคมนาคม, 2545)

ปัญหาของขยะทางทะเล

ขยะในทะเลคือวัตถุที่ปรากฏในทะเลหรือสภาพแวดล้อมชายฝั่งที่ไม่ได้เกิดตามธรรมชาติทั้งในผิวน้ำ ในน้ำ พื้นที่ท้องทะเล รวมทั้งบริเวณชายฝั่ง ส่วนใหญ่ปรากฏในทะเลลึกสะสมลงพื้นท้องทะเลและชายฝั่งชายที่ถูกคลื่นซัดมารวมกัน เป็นวัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้นและใช้ประโยชน์ ขยะในทะเลที่พบมักเป็นวัตถุที่คงทนต่อการสลายตัวเช่น พลาสติกโฟม โลหะ ขวดแก้ว ซากเรือวัสดุที่ใช้ในการประมง การนำขยะลงสู่สภาพแวดล้อมในทะเลมีทั้งแบบจงใจที่จะทิ้งและแบบไม่จงใจ ปริมาณขยะที่พบและมีการเก็บสถิติพบว่ามากกว่า 2 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ถูกทิ้งลงทะเลในแนวเส้นทางเดินเรือแถบทะเลแคริบเบียน และในแต่ละปี มีพลาสติกกว่า 6.5 ล้านตัน ส่วนใหญ่จะทิ้งภายในระยะ 400 กิโลเมตรจากชายฝั่ง โดยขยะที่นักสำรวจได้มีการจับบันทึกการค้นพบลอยตามผิว

น้ำทะเลพบว่า กว่าร้อยละ 90 เป็นล้วนแล้วแต่เป็นพลาสติก และจำนวนขยะที่พบว่าลอยอยู่มากกว่าร้อยละ 70 ของขยะที่ลอยนั้นอยู่บนผิวน้ำทะเลจะจมลงสู่พื้นท้องทะเล ซึ่งจะพบได้โดยทั่วไปในมหาสมุทร พลาสติกถูกพัฒนาและมีความนิยมในการใช้เพิ่มมากขึ้นในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนสภาพปริมาณขยะอย่างต่อเนื่อง(กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ในกลุ่มกองขยะอาจมีพลาสติกเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 90-95 จากจำนวนของขยะทั้งหมด

ผลกระทบของขยะในท้องทะเลที่เกิดจากฝีมือของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลเป็นอย่างมาก สัตว์ทะเลหลายชนิดขยะจะกินพลาสติกโดยเข้าใจผิดคิดว่าเป็นอาหาร ขยะดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหาร รวมทั้งทำให้สัตว์ขาดอาหารและอาจถึงตายในที่สุด นอกจากการกินพลาสติกแล้วขยะพลาสติกยังเป็นอันตรายโดยการถูกรัด (Entangled) ทำให้บาดเจ็บ และเกิดความสูญเสียจนอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและทรัพยากรเกิดความสูญเสีย เช่น การตายของปะการัง เนื่องจากมีซากอวนจากเรือประมงจำนวนมากปกคลุมในแนวปะการัง การติดอวนของสัตว์ทะเลจนตายหรือคิดเชื่อ ทั้งนี้ยังทำให้เกิดการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น โดยการติดมากับขยะที่ลอยลอยอยู่ในน้ำจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่งผลกระทบต่อสายใยอาหาร (Food web) เม็ดพลาสติกขนาดเล็กและขยะอื่นๆที่ลอยอยู่ที่ผิวน้ำจะบังแสงแดดไม่ให้ส่องลงไปถึงแพลงตอนและสาหร่ายที่อยู่ด้านล่างซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตในสายใยอาหาร โดยใช้ออกซิเจน คาร์บอนและแสงแดด เมื่อ แพลงตอนและสาหร่ายได้รับผลกระทบสายใยอาหารก็จะได้รับผลกระทบไปด้วย สัตว์ที่กินแพลงตอนและสาหร่ายเป็นอาหารก็จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ถ้าสัตว์เหล่านี้มีจำนวนลดลงก็จะมีผลทำให้สัตว์ที่เป็นผู้บริโภคระดับสูงสุดซึ่งได้แก่ปลาทูน่า ปลาฉลามลดลงไปด้วย ในที่สุดอาหารทะเลก็จะมีน้อยลงและราคาแพงขึ้น นอกจากนี้ ยังส่งผลกระทบต่อปลาและนกทะเลที่กินเม็ดพลาสติกบริสุทธิ์เข้าไปเช่น รับประทานระบบการย่อย อุดตันทางเดินอาหาร หรือเป็นพิษต่อร่างกายจนทำให้เสียชีวิตขณะเดียวกันสารพิษที่ตกค้างในเนื้อเยื่อจะถูกส่งต่อตามลำดับห่วงโซ่อาหารจากสัตว์ทะเลขนาดเล็กถึงปลาตัวโตและถึงสัตว์ผู้ล่าที่อยู่ปลายสุดซึ่งแน่นอนว่าในจำนวนนั้นมีมนุษย์รวมอยู่ด้วย ผลกระทบจากสารพิษ พลาสติกสามารถถูกย่อยเป็นขนาดเล็กลงได้โดยแสงแดด (Photodegradation) ทำให้สารเคมีบางชนิดที่เป็นพิษ ละลายไปในน้ำทะเล นอกจากนี้ พลาสติกยังสามารถดูดซึมสารพิษเช่น PCB ที่อยู่ในน้ำทะเลซึ่งสามารถเข้าสู่สายใยอาหารได้เมื่อถูกกินโดยสัตว์

ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมขยะทะเลสร้างความเสียหายให้กับการเดินทางเรือ การประมง และสัตว์ทะเลจำนวนมาก รวมถึงนิเวศบริการทั้งในทะเลและชายฝั่ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อรายได้ทั้ง

ที่มาจากการประมง และการท่องเที่ยว ส่วนผลกระทบต่อสังคมรวมถึงผลกระทบต่อสุขภาพของคน เช่น การได้รับบาดเจ็บจากขยะบริเวณชายหาดและขยะทะเลพลาสติกขนาดเล็กที่สามารถเข้าไปปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหารทั้งมนุษย์และสัตว์ทะเล

2.1.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับปัญหาขยะทะเลและชายฝั่ง

ในปัจจุบันมีการรายงานทางวิชาการพบว่า ขยะพลาสติกจำนวนมากเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดเส้นทางและผลกระทบของขยะพลาสติก โดยรายงานดังกล่าวถึงรายละเอียดของจำนวนขยะพลาสติกแจ้งว่าสถานการณ์ปริมาณขยะกำลังมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยปัจจุบันยังไม่มี การเก็บข้อมูลของขยะมูลฝอยทางทะเลโดยตรงอย่างเป็นระบบ ข้อมูลสถิติที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเป็นเพียงการประเมินปริมาณขยะทะเลที่เกิดจากแหล่งบนบกจากสถิติขยะมูลฝอยทั่วประเทศของกรมควบคุมมลพิษที่คาดว่าอาจส่งผลให้มีการกระจายลงสู่ทะเล ข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษพ.ศ. 2559 รายงานว่า พบว่าประเทศไทยมีขยะมูลฝอย 27.04 ล้านตัน แบ่งเป็นขยะที่ถูกนำไปกำจัดอย่างถูกต้องจำนวน 9.59 ล้านตัน นำกลับมาใช้ประโยชน์ จำนวน 5.76 ล้านตัน ยังคงเหลือเป็นขยะที่มีการกำจัดที่ไม่ถูกต้องอีกจำนวน 11.69 ล้านตัน นอกจากนี้ยังมีขยะสะสมที่ไม่มีการเก็บขนซึ่งตกค้างในพื้นที่อีกจำนวนถึง 10.13 ล้านตัน ซึ่งส่วนหนึ่งของขยะที่มีการกำจัดที่ไม่ถูกต้องและขยะสะสมซึ่งตกค้างในพื้นที่จำนวน 21.82 (11.69+10.13) ล้านตันนี้อาจถูกลมพัดพาไปตกในทะเลหรือชะลงแม่น้ำลำคลองจากชุมชนที่อยู่อาศัย และไหลปะปนมากับน้ำที่ชะลงมาจากชุมชนออกสู่ทะเลได้ในที่สุด ซึ่งการเก็บข้อมูลของปริมาณขยะที่ลงสู่ทะเลจะต้องมีการเก็บข้อมูลทางสถิติและทำการศึกษาวิจัยเพื่อคำนวณหาตัวเลขที่ต้องต่อไปในอนาคตเพื่อทำการวางแผนในการแก้ไข สำหรับประเภทขยะชายหาดซึ่งได้จากการเก็บขยะชายหาดพบว่า พ.ศ. 2558 พบขยะทะเลที่มาจากกิจกรรมชายฝั่งและการพักผ่อนมีสัดส่วนถึงร้อยละ 78 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นขยะพลาสติก (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

2.1.2.1 วัฏจักรของขยะในท้องทะเล

- 1) แหล่งที่มา (Source) ของขยะในท้องทะเล
- 2) การเคลื่อนย้าย (Transport) ของขยะในท้องทะเล
- 3) สถานะ (Fate) ของขยะในท้องทะเล
- 4) การปนเปื้อน (Contamination) ในสิ่งแวดล้อมทางทะเล

แหล่งที่มา (Source) ของขยะในท้องทะเล

แหล่งใหญ่ของขยะที่เป็นพลาสติกนั้นแบ่งออกเป็น 2 แหล่ง คือ แหล่งที่เกิดจากชายฝั่งหรือบนบก แหล่งที่เกิดจากมลพิษทางทะเล โดยจากการเก็บข้อมูลพบว่าแหล่งที่ก่อให้เกิดปัญหามากที่สุดคือแหล่งที่มาจากชุมชนหรือจากการใช้งานบนพื้นดิน สถานที่ท่องเที่ยวไปจนถึงแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากความเบาของพลาสติกทำให้พลาสติกจำนวนมากสามารถเคลื่อนตัวลงสู่แหล่งน้ำได้อย่างง่ายดายก่อให้เกิดมลภาวะทางทะเล และสืบเนื่องจากพลาสติกมีการสลายตัวช้ามากทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในท้องทะเลเช่น นก ทะเล เต่าทะเล ปลา แมวน้ำ ปลาวาฬ พะยูน สิงโตทะเล รวมถึงสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ นอกจากนี้จะเป็นแหล่งสารพิษแล้วเนื่องจากพลาสติกที่มีการปะปนอยู่ในท้องทะเลเป็นเวลานานพลาสติกจะมีคุณสมบัติในการสามารถดูดซับเอาสารพิษจากน้ำและทะเลเอาไว้เมื่อสัตว์น้ำกินเข้าไปทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตสัตว์น้ำอย่างเลี่ยงไม่ได้ และยังทำให้การใช้ชีวิตของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลงไป ด้วยการใช้ชีวิตที่ไม่คุ้นชินเมื่อพบพลาสติกที่ปะปนมากับท้องทะเลอาจคิดว่าเป็นอาหารและมีการกินเข้าไปส่งผลทำให้ระบบการย่อยอาหารและระบบการขับถ่ายเปลี่ยนแปลงไปและสามารถทำให้เกิดการอุดตันของลำไส้และตายลงในที่สุด ขยะในทะเลโดยเฉพาะกลุ่มของขยะที่ผลิตจากวัสดุทนต่อการสลายตัว (Persistent Materials) เช่น แก้ว โลหะ และพลาสติกสามารถลอยอยู่บนน้ำและมีการเคลื่อนย้ายตามกระแสน้ำ (Transportation by Currents) จนพบว่าเป็นแพขยะขนาดใหญ่ โดยมีการแบ่งประเภทของแหล่งที่มาของขยะออกเป็น 2 แหล่งด้วยกันคือแหล่งที่มาจากบนบก และแหล่งที่มาจากทะเล(กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

แหล่งบนบก

- 1) ขยะบนบกที่ไม่จัดเก็บและบำบัดอย่างถูกต้อง ที่ถูกพัดพาไปกับแม่น้ำลำคลอง
- 2) หลุมฝังกลบขยะที่มีการจัดการไม่ถูกต้อง
- 3) ขยะจากระบบระบายน้ำ
- 4) การทิ้งขยะบนชายหาดและบริเวณชายฝั่งจากกิจกรรมการท่องเที่ยวและอื่นๆ
- 5) ภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม สึนามิ

แหล่งในทะเล ได้แก่

- 1) การทำประมงและอุตสาหกรรมประมง
- 2) การเดินเรือพาณิชย์และท่องเที่ยว
- 3) การทำเหมืองแร่
- 4) การทิ้งขยะลงสู่ทะเลโดยผิดกฎหมาย

สาเหตุการแพร่กระจายของขยะในท้องทะเลและชายฝั่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 สาเหตุหลักคือ ลมพายุ คลื่น และฝน โดยลมพายุเกิดจากกระแสลมหรือพายุเป็นตัวการทำให้เกิดการกระจายของขยะอย่างรวดเร็ว โดยที่เราไม่สามารถควบคุมได้ ลมอาจพัดพาขยะจากบนฝั่งที่ห่างไกลมายังฝั่งที่ใกล้ทะเล และพัดพาลงสู่ท้องทะเลใน การแพร่กระจายของขยะที่มาจากสาเหตุลมพายุเป็นสาเหตุที่ยากเกินกว่าการควบคุม และขยะดังกล่าวไม่รู้ต้นกำเนิดของมันเสียด้วยซ้ำ เช่นเดียวกับฝน การชะล้างของฝนทำให้เกิดการไหลรวมลงสู่ทะเล อาจกล่าวถึงน้ำท่วมที่มีมวลน้ำจำนวนมากไหลลงสู่ทะเลเกิดการพัดพาเอาเศษขยะที่อยู่ตามแหล่งธรรมชาติ สุดท้ายคือสาเหตุจากคลื่นเป็นหนึ่งในตัวการสำคัญในการพัดพาขยะจากท้องทะเลที่อาจเกิดจากสาเหตุจากการทิ้งขยะหรือการพัดพาของพายุที่พัดลงไปยังท้องทะเลให้กลับขึ้นสู่ชายฝั่ง เมื่อขยะถูกกระแสน้ำพัดพา และในบางครั้งคลื่นทำให้ขยะบางส่วนจมลงสู่ท้องทะเลกลายเป็นสิ่งโสโครกที่อยู่ตามพื้นท้องทะเล ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของสิ่งแวดล้อมของสัตว์ทางทะเล ส่งผลต่อสัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น และอาจทำลายระบบนิเวศของสัตว์ใต้ท้องทะเลอีกด้วย

องค์กรอนุรักษ์ท้องทะเล (Ocean Conservancy) ได้จัดอันดับจากการบันทึกข้อมูลถึงชนิดของขยะที่พบปริมาณมากที่สุดในรอบ 25 ปี และตีพิมพ์ในรายงาน Talking Trash: 25 years of actions for ocean ซึ่งทั้ง 10 อันดับแรกนี้มีขยะจำนวนทั้งสิ้น 132,077,087 ชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 80 จากขยะทั่วโลกที่มีจำนวน 166,144,420 ชิ้น) อันประกอบไปด้วย

- 1) ก้นบุหรี่ 52.90 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 32)
- 2) ห่อ/ซอง พลาสติก 14.76 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 9)
- 3) ฝาขวดพลาสติก 13.58 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 8)
- 4) ภาชนะบรรจุอาหาร 10.11 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 6)
- 5) ขวดพลาสติก 9.54 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 6)
- 6) ถุงพลาสติก 7.82 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 5)
- 7) ขวดแก้ว 7.06 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 4)
- 8) กระป๋องเครื่องดื่ม 6.75 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 4)
- 9) หลอด 6.26 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 4)
- 10) เชือก 3.25 ล้านชิ้น (คิดเป็นร้อยละ 2)



รูปที่ 2.10 ภาพแสดงสถิติปริมาณขยะในปี 2593
ที่มา: มูลนิธิสืบอนาคต, 2560

และเป็นที่น่าสนใจว่าประเทศผู้ปล่อยขยะลงมหาสมุทรมากที่สุดในโลก (จัดอันดับโดยองค์กรอนุรักษ์ท้องทะเลร่วมกับ McKinsey Center of business and Environment) ระบุว่า ขยะร้อยละ 60 มีแหล่งที่มาจากทั้ง 5 ประเทศ ได้แก่ ประเทศจีน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ประเทศเวียดนาม และประเทศไทยของเรา ซึ่งขยับจากอันดับที่ 6 มาเป็นอันดับที่ 5 แทนประเทศศรีลังกาในการจัดอันดับก่อนหน้านี้ มีการประมาณการว่าภายในปี 2568 มหาสมุทรจะมีปริมาณขยะพลาสติก 1 ตันต่อปริมาณปลาทะเล 3 ตันซึ่งพลาสติกที่ปรากฏอยู่ในมหาสมุทรมันมีตั้งแต่พลาสติกขนาดเล็กและขยะทั่วไปดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นโดยขยะเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระบบนิเวศตลอดจนห่วงโซ่อาหารทั้งมหาสมุทรทั่วโลกอย่างมหาศาล (มูลนิธิสืบอนาคต, 2560)

การเคลื่อนย้าย (Transport) ของขยะในท้องทะเล

กระแสน้ำถือเป็นสิ่งสำคัญกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ กล่าวคือกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็นมีการหมุนเวียนรอบโลก เกิดเป็นปรากฏการณ์พัดพาเอาขยะรอบโลกมารวมกันเรียกว่า แพขยะใหญ่แปซิฟิก (Great Pacific Garbage Patch) คือวังวนใหญ่ของขยะมหาสมุทรอยู่ที่ส่วนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือตำแหน่งประมาณ 135 -135° ตะวันตก ถึง 155-155° ตะวันตก และเส้นขนานที่ 35° เหนือ ถึงเส้นขนานที่ 42° เหนือ มีขนาดใหญ่เป็น 2 เท่าของเนื้อที่รัฐเท็กซัส แพขยะมีลักษณะของการรวมตัวอย่างเข้มของขยะพลาสติกและขยะอื่นที่ถูกกักรวมได้ด้วยกระแสนวนใหญ่แปซิฟิกเหนือ แม้ขนาดแพขยะนี้จะมีความใหญ่มหาศาลและหนาแน่นแต่ก็ไม่สามารถเห็นได้จากดาวเทียมเนื่องจากตัวขยะทั้งหมดอยู่ใต้หรือใกล้ผิวน้ำ โดยสถิตินี้มีการเก็บตั้งแต่ปี พ.ศ.2531 โดย

เหตุการณ์ดังกล่าวได้มีการรายงานข่าวและเรื่องราวกันอย่างแพร่หลายในสื่อมวลชนและได้รับความสนใจจากสาธารณชน เมื่อครั้งมีการแข่งเรือ “ทรานสแพค” (Transpac) ชาร์ล มัวร์ (Charles Moore) กับตันเรือและนักวิจัยสมุทรศาสตร์ของแคลิฟอร์เนีย ได้รวบรวมไว้ในบทความวิชาการหลายเรื่อง มัวร์ได้กลับเข้าฝั่งผ่านวงวนใหญ่แปซิฟิกเหนือหลังจากเสร็จสิ้นการแข่งขันและได้เห็นขยะทะเลที่สะสมลอยตัวอยู่อย่างสุดลูกหูลูกตา มัวร์ได้ส่งสัญญาณเตือนไปถึง นักสมุทรศาสตร์ให้ทราบถึงปรากฏการณ์นี้ รวมทั้งยังได้ตั้งชื่อขยะทะเลนี้ว่า “แพขยะตะวันออก” (East Garbage Patch - EGP) พื้นที่บริเวณนี้ได้ปรากฏรายงานข่าวและเรื่องราวในสื่อมากมายโดยยกเป็นตัวอย่างสำคัญของมลภาวะทางทะเลแพขยะทะเลตะวันออกก่อตัวขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกันกับการเกิดขยะทะเลที่อื่น นั่นคือ ค่อยก่อตัวที่ละน้อยเป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากมลภาวะทะเลที่มารวมตัวกันโดยกระแสน้ำในมหาสมุทร แพขยะทะเลจะกินที่กว้างขวางและนิ่งอยู่กับที่ในย่านมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือที่กำกับโดยวงวนใหญ่แปซิฟิกเหนือ บริเวณห่างไกลที่เรียกกันว่า “ละติจูดม้า” รูปแบบวงวนที่กระทำโดยวงวนแปซิฟิกเหนือได้ดึงเอาวัสดุที่ลอยอยู่บนผิวน้ำที่ล้วนแต่เป็นขยะ ลอยจากมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือทั้งหมดรวมทั้งอเมริกาเหนือและญี่ปุ่น วัสดุเหล่านั้นถูกจับไว้โดยกระแสน้ำ ลมที่ผิวน้ำก็จะพัดขยะเข้าสู่ศูนย์กลางและติดกับรวมอยู่ด้วยกันในภูมิภาคนั้น ขยะเกือบทั้งหมดประกอบด้วยพลาสติกแขวนตัวอยู่ใต้ผิวน้ำจึงมองไม่เห็นได้ด้วยการถ่ายภาพดาวเทียมขนาดของบริเวณประมาณได้ว่าอยู่ระหว่าง 700,000 กม² ถึงมากกว่า 15 ล้าน ตร.กม., (0.41% ถึง 8.1% ของขนาดมหาสมุทรแปซิฟิก) ทั้งบริเวณอาจมีขยะทะเลรวมน้ำหนักได้มากกว่า 100 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)



รูปที่ 2.11 เส้นทางการเดินทางของสายน้ำ จุดสีเหลืองแทนขยะพลาสติก
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2560

วังวนของน้ำในมหาสมุทรจะมีการเคลื่อนตัวเป็นวงกลม นักสมุทรศาสตร์เรียกกันว่า gyres ซึ่งก็คือวังวนของน้ำในมหาสมุทร ที่ผิวน้ำจะเคลื่อนที่ไปเป็นวง อันเนื่องมาจากกระแสลม กระแสน้ำ และภูมิประเทศ ซึ่งสิ่งปนเปื้อนที่ลอยไปกับน้ำมักจะเดินทางไปกับ gyres นี้ด้วย เช่นเหล่าแพลงตอน อูปลสรคต่อการเก็บขยะพลาสติกในท้องทะเลนอกจากจะเป็นเรื่องจำนวนที่มหาศาลแล้วยังมีเรื่องการเคลื่อนที่ของน้ำทะเลเพราะน้ำทะเลไม่เคยหยุดนิ่ง มันมีการเคลื่อนที่ทั้งแนวราบและแนวตั้ง สารอาหารจากกลางทะเลลึกจะค่อยๆ เดินทางไปตามเส้นทางน้ำ ค่อยๆ โผล่พื้นน้ำและลอยมาสู่ชายฝั่ง กระทั่งริมฝั่ง จากนั้นจะเคลื่อนตัววนกลับคืนสู่ทะเลในอีกเส้นทาง พลาสติกเหล่านั้นมีการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ และรวมตัวจมลงบนผิวน้ำที่ตรงใจกลาง Gyres ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ใช้เวลายาวนานประมาณ 10 ปี และจะมีการวนเวียนไปเรื่อยๆ ขยะจำนวนมหาศาลเรียกว่า แพขยะกลางน้ำ (Ocean Garbage Patch)



รูปที่ 2.12 เส้นทาง การเดินทางของสายน้ำ จุดสีเหลืองแทนขยะพลาสติก
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2560

สถานะ (Fate) ของขยะในท้องทะเล

ฐานข้อมูลขยะทะเลจากกรมทรัพยากรทางทะเล ในปี 2558 ได้เผยแพร่ข้อมูลซึ่งอ้างอิงจากผลการสำรวจประเมินจากภาพรวมปริมาณขยะมูลฝอยของประเทศ ในปี 2558 ซึ่งมีจำนวนขยะประมาณ 26.85 ล้านตันต่อปี หรือคิดเฉลี่ยเป็นคนหนึ่งคนจะผลิตขยะในปริมาณ 1.13 กิโลกรัมต่อวัน จากการสำรวจประเมินโดยทีมนักวิจัย มหาวิทยาลัยจอร์เจีย พบว่าประมาณร้อยละ 10 ของขยะที่ตกค้างเนื่องจากจัดการไม่ถูกวิธีจะไหลลงทะเล ซึ่งนั่นหมายถึงมีขยะไหลลงทะเลปีละประมาณ 50,000-60,000 ตันต่อปี ซึ่งประเมินว่าในแต่ละปีจะมีปริมาณขยะพลาสติกในทะเล

ประมาณ 50,000 ตัน หรือ 750 ล้านชิ้น และในปี 2559 มีการเก็บสถิติคนไทยผลิตขยะเพิ่มขึ้นรวมเป็น 27.06 ล้านตัน หรือคิดเฉลี่ยเป็นคนหนึ่งคนจะผลิตขยะในปริมาณ 1.14 กิโลกรัมต่อวัน โดยกรมควบคุมมลพิษปีเดียวกันนี้ให้ข้อมูลแบ่งประเภทขยะภายในประเทศไทยเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- 1) ขยะภายในประเทศไทยได้ถูกนำกลับไปใช้ประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 16%
- 2) ขยะที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 26%
- 3) ขยะสะสมขาดการจัดเก็บ คิดเป็นร้อยละ 27%
- 4) ขยะที่กำจัดไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 31%

ซึ่งในส่วนของขยะสะสมขาดการจัดเก็บ และ ขยะที่กำจัดไม่ถูกต้องนั้น จะเป็นส่วนหนึ่งของขยะที่ถูกพัดหรือชะลงแหล่งน้ำและทะเล โดยคาดการณ์ว่าในปี 2560 นี้จะมีขยะที่ถูกปล่อยลงทะเลในปริมาณ 2.83 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) โดยขยะเหล่านั้นบางส่วนถูกสัตว์น้ำกินเข้าไปทำให้เกิดปัญหาของระบบนิเวศอย่างรุนแรง ดร.ปิ่นศักดิ์ สุรัสวดี ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเล ได้แบ่งสาเหตุการตายของสัตว์ทะเลหายากว่า โลมาและวาฬกินขยะร้อยละ 60 ส่วนเต่าพบปัญหาขยะในทะเลติดพันขาและลำตัวสูงถึงร้อยละ 70 ขณะเดียวกันได้พบสภาวะของภัยที่เกิดจาก “พลาสติกขนาดจิ๋ว” คือพลาสติกที่มีขนาด 1 นาโนเมตรถึง 5 มิลลิเมตร ที่เกิดจากขยะพลาสติกในแหล่งน้ำสลายตัวจากผลกระทบของคลื่นและแสงอาทิตย์กลายเป็นเศษพลาสติก กระทั่งลดขนาดลงเป็นพลาสติกขนาดจิ๋วที่เราเรียกกันว่า “ไมโครพลาสติก”



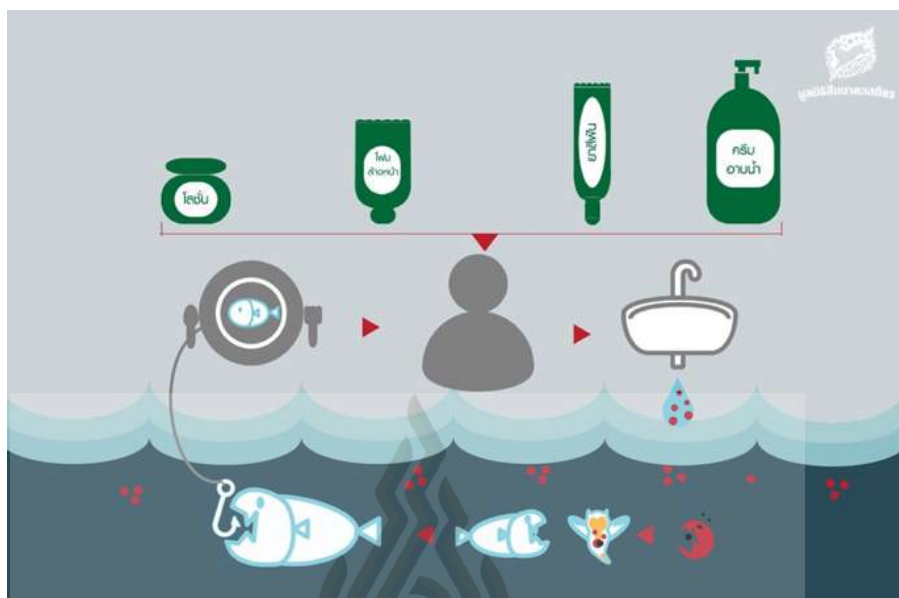
รูปที่ 2.13 ภาพแสดงพลาสติกที่มาจากการแตกหักของผลิตภัณฑ์พลาสติก
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2560

พลาสติกหรือเศษพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร แบ่งเป็น 2 ประเภทโดยสามารถอธิบายตามแหล่งกำเนิดได้ดังนี้

Primary Microplastics คือ พลาสติกที่ถูกผลิตใหม่ มีขนาดเล็กตั้งแต่ต้นเป็นเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีนขนาดเล็กที่เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เช่น เม็ดพลาสติกที่เป็นวัสดุตั้งต้นของการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เม็ดพลาสติกที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เช่น ผลิตภัณฑ์โฟมล้างหน้า ผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิว ผลิตภัณฑ์ครีมอาบน้ำ ยาสีฟัน เป็นต้น ซึ่งภาคอุตสาหกรรมนิยมผลิตในปัจจุบัน มักเรียกว่า ไมโครบีคส์ (Microbeads) หรือเรียกว่า “เม็ดสครับ” ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร

Secondary Microplastics คือ พลาสติกที่มาจากการแตกหักของผลิตภัณฑ์พลาสติก ด้วยกระบวนการทางเคมี ชีวภาพ และกายภาพ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะทำให้สารแต่งเติมในพลาสติกหลุดออกจากพลาสติก ทำให้โครงสร้างของพลาสติกเกิดการแตกตัวจนมีขนาดเล็กคล้ายกับ primary microplastics โดยส่วนใหญ่กล่าวถึงขยะที่มีการเสียดสีจนเกิดขนาดเล็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม

การปนเปื้อน (Contamination) ในสิ่งแวดล้อมทางทะเล ความอันตรายของไมโครพลาสติกคือเมื่อไมโครพลาสติกลงสู่แหล่งน้ำ จะมีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษสารเคมี เช่น ดีดีที (Dichlorodiphenyl Trichloroethane) และพิกซีบี (Polychlorinated Biphenyls) จำพวกยาฆ่าแมลง กาว สี สารกันรื้อซึม และน้ำมันหล่อลื่น ฯลฯ ซึ่งสารเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพเรื้อรัง รวมไปถึงการรบกวนระบบฮอร์โมน การเปลี่ยนแปลงยีน และเป็นสารก่อมะเร็ง เมื่อไมโครพลาสติกลงสู่แหล่งน้ำจะลอยอยู่เหนือผิวน้ำ (เพราะมีความหนาแน่นต่ำ) ทำให้ปะปนไปกับแพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของสัตว์น้ำ ซึ่งทำให้สามารถพบไมโครพลาสติกในกระเพาะของสัตว์น้ำหลายชนิดได้ อาทิ ปลา หอย เต่า แมวน้ำ เม่นทะเล ไล่เดือนทะเล เป็นต้น ทำให้หมุนเวียนอยู่ในห่วงโซ่อาหารพบได้ตั้งแต่แพลงก์ตอนสัตว์ไปจนถึงวาฬและเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้อย่างง่ายดาย ไมโครพลาสติกยังสามารถเล็ดลอดผ่านตัวกรองในกระบวนการบำบัดน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและสามารถแพร่กระจายไปในท้องทะเลได้อย่างง่ายดาย แต่ในทางกลับกันนั้นการกำจัดหรือทำความสะอาดทำได้ยาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)



รูปที่ 2.14 ภาพแสดงวัฏจักรของไมโครพลาสติก
ที่มา: มูลนิธิสืบ นาคะเสถียร, 2560

ผลกระทบต่อสัตว์ที่ได้รับไมโครพลาสติกซึ่งดูดซับสารพิษเข้าไปในร่างกายพบหลักฐานมากมายทั้งในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อ เช่น การทำลายเนื้อเยื่อหลอดเลือด ผลกระทบต่อระบบหัวใจ ความเป็นพิษต่อตับ รวมไปถึงสารพิษที่ทำให้ต่อมไร้ท่อเปลี่ยนระดับฮอร์โมนเพิ่มอัตราการผลิตโรคบางอย่างและก่อให้เกิดปัญหาการสืบพันธุ์และการเสียชีวิต ในความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่กินต่อกันเป็นทอดๆ ทำให้ไมโครพลาสติกกระจายตามลำดับการกินตามห่วงโซ่อาหาร โดยมีมนุษย์อยู่ปลายทางการบริโภคสัตว์น้ำที่ได้รับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเหล่านี้ อย่างไรก็ตามการหลีกเลี่ยงได้ยากยิ่งตาม ปัจจุบันยังไม่พบการศึกษาวิจัยออกมายืนยันชัดเจนถึงผลกระทบการบริโภคอาหารที่มีปนเปื้อนไมโครพลาสติกต่อมนุษย์ แต่กระบวนการย่อยสลายก็ไม่อาจทำได้ รวมถึงการสะสมสารพิษในร่างกายย่อมไม่ใช่เรื่องที่ดี เรื่องเหล่านี้เป็นสิ่งที่เหล่านักวิจัยกำลังให้ความสำคัญความสนใจ และพยายามศึกษาในประเด็นผลกระทบต่อไป

2.1.3 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับวงจรชีวิตปลาในท้องทะเลไทย

ปลาที่มีชื่อสามัญว่า Indo-Pacific mackerel เป็นปลาคูน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มพันธุ์ปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไทยเนื่องจากประชาชนนิยมบริโภค การขยายพันธุ์พบได้ตามชายฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ปลาเป็นปลาที่อพยพย้ายถิ่นเพื่อหาแหล่งที่เหมาะสมในการวางไข่ มีการเดินทางจากแหล่งอาศัยหรือแหล่งหากินไปสู่แหล่งวางไข่ที่

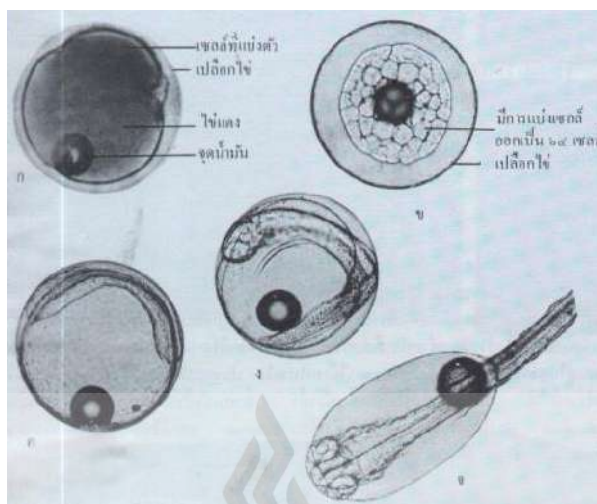
เหมาะสม (กรมประมง, 2553) รายงานว่าระยะเวลาการวางไข่ของปลาทุบบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกมีเกือบตลอดปี โดยมีการวางไข่มาก 2 ช่วง คือ ระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม และ มิถุนายนถึงสิงหาคม พบว่าปลาทุบในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ถึงสุราษฎร์ธานี พร้อมวางไข่ ตลอดปี ปลาทุบเป็นปลาที่วางไข่ตลอดทั้งปี ทำให้ชาวประมงสามารถจับได้ตลอดทั้งปี ปลาทุบสายแรกในแถบจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี เรียกว่า ปลาทุบสายตะวันตก ถือเป็นแหล่งประมงปลาทุบสำคัญของประเทศ ส่วนอีกสายจะอยู่บริเวณภาคตะวันออกแถบจังหวัดตราด จันทบุรี ชลบุรี และฉะเชิงเทรา เรียกว่า สายตะวันออก โดยพบมากที่ระดับน้ำลึกมากกว่า 20 เมตร วางไข่มาก 2 ช่วง คือ เดือนมีนาคม และมิถุนายนถึงกรกฎาคม การทำประมงในเขตพื้นที่ดังกล่าวจึงต้องควบคุมการใช้เครื่องมือและช่วงเวลา



รูปที่ 2.15 วงจรชีวิตของปลาทุที่อาศัยอยู่ในแถบอ่าวไทย
ที่มา: กรมประมง, 2553

ปัจจุบันสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งเรื่องของการประมงที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ ไปจนถึงคุณภาพของน้ำและสภาพแวดล้อมทางทะเลมีผลกับการเจริญเติบโตของปลาเป็นอย่างมาก จนทำให้จำนวนปลาทูลดลงอย่างต่อเนื่อง พัฒนาเครื่องมือและวิธีการทำการประมง (กรมประมง, 2553) รายงานว่ามีปริมาณการจับปลาทูในอ่าวไทยในปี 2541 เท่ากับ 107,083 ตัน และในปี 2542 เท่ากับ 125,175 ตัน แสดงให้เห็นว่าการนำทรัพยากรปลาทูมาใช้มากเกินไป ส่งผลให้เกิดภาวะการลดลงของจำนวนปลาทูไทย เนื่องจากขบวนการผลิตทางธรรมชาติไม่สอดคล้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะในช่วงฤดูปลามีไข่และวางไข่ บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ไปจนถึงปริมาณขยะในท้องทะเลไทยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลากระทบทุกส่วนของวงจรห่วงโซ่อาหาร

จากการศึกษาของกรมการประมงบันทึกสถิติจากการประมงของประเทศไทย พบว่าปลาทูมีระยะความสมบูรณ์เพศระยะที่ 3-4 และในปี 2543 ปลาทูทั้งสองเพศ ความสมบูรณ์เพศของทุกเดือนมากกว่าร้อยละ 50 โดยเพศผู้และเพศเมียพร้อมที่จะขยายพันธุ์โดยการปล่อยน้ำเชื้อและวางไข่มากในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน แต่พบว่าขยายพันธุ์มากที่สุดในช่วงระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ปี 2544 พบปลาที่มีร้อยละของระยะความสมบูรณ์เพศสูงทุกเดือนเช่นกัน ปลาเพศผู้และเพศเมียพร้อมที่ปล่อยน้ำเชื้อและวางไข่มากในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม มากที่สุดในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนเช่นกัน สำหรับปี 2545 จากการจดบันทึกพบว่าเพศผู้และเพศเมียพร้อมปล่อยน้ำเชื้อและวางไข่มากที่สุดเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน ที่พบปลาทูวางไข่ตลอดทั้งปี เดือนที่มีไข่แก่ พร้อมที่จะวางไข่มากที่สุด 2 ช่วง คือช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม และช่วงเดือนมิถุนายน จะเห็นได้ว่าช่วงระยะความสมบูรณ์เพศของปลาทูใน แต่ละปีจะผันแปรไม่แน่นอน อาจจะมีการเหลื่อมล้ำกันบ้างระหว่างเดือน ซึ่งตรงกับผลการศึกษาของว่าช่วงแรกที่ปลาทูพร้อมจะผสมพันธุ์และวางไข่ คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม และช่วงหลังในเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม และปลาทูจะวางไข่ซ้ำหรือเร็วกว่ากำหนดประมาณ 1 เดือน สรุปโดยภาพรวมพบว่าบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ระหว่างปี 2543 - 2545 ช่วงระยะที่ปลา ทูพร้อมที่จะผสมพันธุ์และวางไข่ คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน (กรมประมง, 2553)



รูปที่ 2.16 ภาพของการกำเนิดตัวอ่อนในไข่ของปลาทุ
ที่มา: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2555

โดยปลาทุจะมีการวางไข่มากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม โดยปลาทุสาย ตะวันตกบริเวณปากอ่าวไทยจะว่ายน้ำลงไปวางไข่บริเวณนอกฝั่งแถบ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี จากนั้นจะกลับขึ้นมาหากินอีกครั้งบริเวณปากอ่าวไทยในเขตพื้นที่ ดังกล่าว (กรมประมง, 2553) ส่วนปลาทุสายตะวันออกจะว่ายน้ำไปวางไข่บริเวณเกาะ ช้างหรือเกาะ กอง ปลาทุขนาดเล็กที่ออกหาอาหารบริเวณใกล้ฝั่งจนตัวเต็มวัยถึงวัยผสมพันธุ์จะเดินทางกลับสู่ แหล่งเกิดที่เป็นแหล่งวางไข่ เพื่อผสมพันธุ์ และวางไข่ตามฤดูกาล โดยตัวเมียจะมีไข่เต็มท้อง และตัว ผู้จะมีปริมาณอสุจิที่พร้อมสำหรับการผสมพันธุ์แม่ ปลาทุจะว่ายน้ำลงลึกวางไข่บริเวณท้องทะเลที่ความ ลึกประมาณ 20 เมตร เมื่อตัวเมียวางไข่เสร็จ ตัวผู้จะฉีดน้ำเชื้อเข้าผสมกับไข่ทันที หลังจากนั้น ไข่จะ ลอยไปตามกระแสน้ำ และฟักตัวออกเป็นตัวอ่อนในระยะเวลา 10 วัน หลังการวางไข่ ปลาทุเมื่อแรก เกิดจะมีถุง อาหารพองเป็นอาหารสำรองประมาณ 3-5 วัน และจะเริ่มกินอาหารเมื่อถุงอาหารเริ่ม ยุบตัว ซึ่งระยะนี้จะมีขนาดยาวประมาณ 1 เซนติเมตร โดยการหาอาหารของลูกปลาจะว่ายเข้า รวมกลุ่มกันเป็นฝูง และหาอาหารบริเวณผิวน้ำตื้นบริเวณชายฝั่งของปลาทุทั้ง 2 สาย ที่มีสาหร่าย ปะการังหรือแนวกำแพง ในระยะการหาอาหารนี้ปลาทุจะมีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ปลาทุ ในระยะแรกจะมีอัตราการเติบโตที่รวดเร็ว เมื่ออายุได้ประมาณ 3 เดือน จะมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 10-12 เซนติเมตร และเมื่ออายุประมาณ 4 เดือน จะมีลำตัวยาวประมาณ 14-16 เซนติเมตร และอายุ ประมาณ 6-7 เดือน จะมีลำตัวยาวประมาณ 18-20 เซนติเมตร และจะเข้าสู่วัยผสมพันธุ์ และวางไข่อีก ครั้ง โดยจะเดินทางลงด้านล่างใต้ที่เป็นแหล่งวางไข่ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน และวางไข่ในช่วง

เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม โดยปลาทุ 1 ตัว จะวางไข่ได้ประมาณ 7 ครั้ง/ปี แม่ปลาทุ 1 ตัว จะวางไข่ได้ประมาณ 20,000 ฟอง แหล่งวางไข่ขนาดใหญ่อยู่บริเวณหาดแม่รำพึง จ.ประจวบคีรีขันธ์ อ.เมือง และ อ.หลังสวนชุมพรและเกาะสมุย เกาะพะงัน จ.สุราษธานี

2.2 แอนิเมชัน 3 มิติ และงาน 3 มิติ

2.2.1 ความหมายของแอนิเมชัน

แอนิเมชัน หมายถึง การทำภาพเคลื่อนไหว หรือการทำภาพเกิดการให้เคลื่อนไหว โดยศัพท์เทคโนโลยีทางภาพ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้บัญญัติศัพท์ animation เป็นภาษาไทยว่า “ชีวิตลัษณ” หรือใช้ทับศัพท์ว่า “แอนิเมชัน” กล่าวคือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานกราฟิกสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวที่มีลักษณะสมจริงและซับซ้อนจากการทำภาพ 2 มิติ เริ่มมีการพัฒนามาตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 70 และมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการนำภาพหลายภาพ ที่มีความต่อเนื่องกันมาแสดงต่อเนื่องกันทีละภาพด้วยความเร็ว ใช้รูปแบบเดียวกับการผลิตภาพยนตร์ คือ การใช้ทฤษฎีภาพติดตา ตามธรรมชาติของสายตามนุษย์นั้น เมื่อมองภาพภาพหนึ่งแล้ว สมองก็จะยังคงรับรู้ต่อภาพภาพนั้นในช่วงสั้นระยะเวลาหนึ่ง และเมื่อภาพก่อนหน้าถูกแทนที่ด้วยภาพอีกภาพหนึ่ง สมองก็จะเกิดการเชื่อมต่อระหว่างภาพ 2 ภาพขึ้น ดังนั้น เมื่อเปลี่ยนภาพหนึ่งจำนวนหนึ่ง ด้วยความเร็วที่เหมาะสม มนุษย์ก็จะเห็นภาพนิ่งเหล่านั้น เป็นภาพเคลื่อนไหว โดยอัตราเร็วในการทำให้ภาพนิ่งเคลื่อนไหวได้อยู่ที่ 14 ภาพต่อ 1 วินาที หรือเร็วกว่า ซึ่งปัจจุบันจะใช้อัตราเร็วที่ 24 ภาพต่อ 1 วินาที อันเป็นอัตราเร็วมาตรฐานที่ใช้ในการผลิตภาพยนตร์โดยทั่วไป และอัตราเร็วที่ 25 ภาพต่อ 1 วินาที สำหรับการผลิตวิดีโอทัศน์ เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวที่ผู้มองรับรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าจะใช้ทฤษฎีเดียวกัน แต่แอนิเมชันก็ยังแตกต่างจากภาพยนตร์ คือ ภาพยนตร์เป็นการถ่ายภาพสิ่งที่เคลื่อนไหว ในโลก เช่น คน สัตว์ สิ่งของ ส่วนแอนิเมชันนั้นเกิดจากการทำให้สิ่งที่อยู่นิ่งให้เกิดการเคลื่อนไหว ด้วยฝีมือมนุษย์ เช่น ภาพวาด หุ่นตุ๊กตา หรือแม้แต่แบบจำลองคอมพิวเตอร์ โดยการถ่ายภาพนิ่งของสิ่งหนึ่ง ให้ขยับไปที่ละภาพ แล้วนำภาพเหล่านั้นมาเรียงต่อกันจนกลายเป็นภาพเคลื่อนไหวเหมือนจริงขึ้นมา ต่อมาจึงมีการพัฒนาในรูปแบบของ 3 มิติ เกิดเป็นงานของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติโดยเรื่องแรกของโลกคือ ทอยสตอรี่ โดยออกฉายครั้งแรกในปี ค.ศ.1995 ภายหลังจากนั้นมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยี และโปรแกรมที่ใช้ใน การสร้างแอนิเมชัน 3 มิติขึ้นมากมาย ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทย ได้มีการนำงานแอนิเมชัน 3 มิติมาใช้ ในภาพยนตร์ งานการ์ตูนแอนิเมชัน รวมไปถึงงานด้านอื่นอีกมากมาย (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2562)

แอนิเมชันเป็นศิลปะอีกแขนงหนึ่งที่ถูกผลิตสร้างขึ้น โดยมีเป้าหมายเลียนแบบโลกความจริง หลายครั้งที่งานแอนิเมชันก็ถูกกล่าวอ้างให้เป็นงานที่สะท้อนความเป็นตัวตนของมนุษย์ในแต่ละยุคสมัย ไม่ว่าจะเป็นด้านการเมือง สังคม และค่านิยม จึงทำให้ศาสตร์แขนงนี้ได้รับความสนใจและสืบทอดกันต่อมาจนถึงปัจจุบัน (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2562) โดยงานแอนิเมชันส่วนใหญ่ผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ มีทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ โดยมีข้อดีในการลดค่าใช้จ่ายด้านจำนวนคน รวมไปถึงทรัพยากรในการทำฉากได้อย่างมาก ทำให้เกิดความแพร่หลายในวงการถ่ายทำภาพยนตร์จนได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถรองรับการสร้างและผลิตแอนิเมชันขึ้น ทั้งในด้านการตัดต่อ การตกแต่งภาพแอนิเมชัน การเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสมมีหลักเบื้องต้นในการพิจารณา 2 ประการ ได้แก่ การศึกษาลักษณะพื้นฐาน จุดเด่นและจุดด้อยของโปรแกรมแต่ละโปรแกรมเปรียบเทียบกับกัน เพื่อทำการเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมกับการผลิตงาน และการพิจารณาจากความถนัดของผู้ใช้งานสำหรับแต่ละโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อให้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ง่าย และสามารถสร้างงานที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้แล้วควรศึกษารายละเอียดปลีกย่อย เช่น ชุดโปรแกรมเสริมสำหรับโปรแกรมหลักที่เลือกใช้งาน ที่ช่วยสนับสนุนให้การทำงานสะดวกและง่ายขึ้น

แบบจำลองของงานแอนิเมชันเมื่อมองผิวเผินจะมีลักษณะกลมกลืนทั้งหมด แท้จริงแล้วเกิดจากการเชื่อมต่อของรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) จนเกิดเป็นรูปร่างรูปทรง และเมื่อทำการเปลี่ยนมุมมอง เคลื่อนหรือหมุนแบบจำลอง ภายในโปรแกรมจะเกิดการ ประมวลผลของโปรแกรมขึ้น โดยระบบพื้นฐานจะใช้วิธีคำนวณรูปหลายเหลี่ยมกับมุม และตำแหน่งที่เปลี่ยนไปแล้วแสดงผลแบบทันทีทันใด ทั้งนี้อาจมีความแตกต่างกันไปตามระบบการคำนวณของ ผู้สร้างโปรแกรม นอกจากการเปลี่ยนองศา เหลี่ยมมุมและตำแหน่งแล้ว การจัดแสงและเงาภายในฉาก รวมเอาทุกอย่างมาประมวลผลด้วยเป็นเหตุทำให้คอมพิวเตอร์ใช้เวลาในการประมวลผลนานขึ้น ส่งผลให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานด้านแอนิเมชัน 3 มิติ ต้องมีความเร็วในการประมวลผล และราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นการสร้าง แบบจำลอง รวมไปถึงการจัดแสงและเงาภายในฉากจะต้องมีการพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพงาน และต้องคำนึงถึงความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2.2 ประเภทของแอนิเมชัน

ประเภทของงานแอนิเมชันเราสามารถแบ่งประเภทของงานออกเป็น 2 ประเภท โดยทั้งองประเภทนี้มีความแตกต่างกันในส่วนของการผลิต คือ ประเภทที่ยังไม่มีการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วย (Traditional Animation) และประเภทที่ต้องใช้อุปกรณ์ ในส่วนการทำงานของ

คอมพิวเตอร์และโปรแกรมเพื่อเข้ามาช่วยสร้างงาน (Digital Computer Animation) โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.2.2.1 การสร้างงานแอนิเมชันแบบดั้งเดิม (Traditional Animation)

การสร้างงานแอนิเมชันแบบดั้งเดิม (Traditional Animation) การสร้างแบบนี้อถือเป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหวภาพยนตร์มากที่สุด เป็นการสร้างแอนิเมชันหรือภาพเคลื่อนไหวด้วยการวาดด้วยมือ จะมีกระบวนการทำงานด้วยการวาดภาพลงบนกระดาษก่อนที่ละภาพ เพื่อสร้างภาพลวงตาของการเคลื่อนไหวของภาพแต่ละภาพ โดยแต่ละรูปวาดจะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ประกอบกันหลายพันภาพ และเมื่อทำการฉายภาพเหล่านั้นผ่านกล้องบันทึกภาพหรือกล้องวิดีโอจะเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของภาพจนเกิดการลวงตา การทำแอนิเมชันต้องอาศัยความสามารถทางศิลปะในการวาดภาพอย่างมาก จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการผลิตนานและต้นทุนในการผลิตจึงสูงตามไปด้วย

ก) Cel Animation เป็นกระบวนการของการวาดภาพที่มีการเคลื่อนไหว เทคนิค 2 มิติโดยวาดภาพ ที่มีการเคลื่อนไหวต่อเนื่องกันไม่ว่าจะเป็นการวาดด้วยมือบนกระดาษ การวาดบนแผ่นใส (Cel)

ข) Cut-out Animation เป็นกระบวนการสร้างงานแอนิเมชันแบบที่เรียกว่า ภาพเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคตัดกระดาษ ให้เป็นรูปทรงหรือตัวการ์ตูนต่าง ๆ และใช้กล้องถ่ายทีละภาพ เมื่อมีการขยับหรือการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายตำแหน่งรูปทรงในภาพ

ค) Clay Animation หรือ Stop Motion การสร้างแอนิเมชันแบบสตอปโมชันเป็นการสร้างหุ่นจำลองขึ้นมาหรือใช้สิ่งของแล้วค่อยๆ ขยับ พร้อมกับถ่ายภาพนั้นทีละภาพ ที่พบมากได้แก่ ภาพเคลื่อนไหวแบบหุ่นเชิด ภาพเคลื่อนไหวดินน้ำมัน ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้มักจะเป็นดินน้ำมัน ปั้นเป็นรูปร่างโดยมีเส้นลวดเสมือนเป็นโครงกระดูกอยู่ภายในหุ่นที่ปั้นและทำให้สามารถนำมาใช้งานได้หลายครั้ง แอนิเมชันแบบนี้ต้องอาศัยเวลา ความอดทนและความสามารถมากต้องใช้ทักษะทางศิลปะการปั้น และการถ่ายภาพ ทั้งนี้เพราะหุ่นจำลอง หรือสิ่งของประกอบฉากนั้น หลายสิ่งมีการขยับหรือเคลื่อนไหวไปพร้อมกัน ในหนึ่งภาพ ดังนั้นหากต้องการแสดงความสมจริง จำเป็นต้องอาศัยความละเอียดในการกำหนดการเคลื่อนไหวเพื่อที่จะสร้างภาพลวงตาของการเคลื่อนไหวแต่ละภาพ

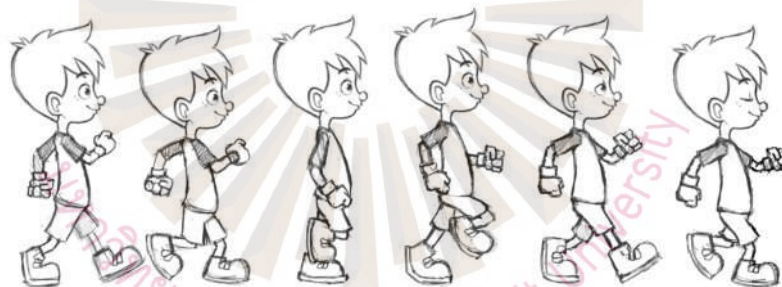
2.2.2.2 การสร้างแอนิเมชันด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Animation)

เป็นกระบวนการสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้วยความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจึงมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้การทำแอนิเมชันง่ายขึ้น ทำให้ประหยัดเวลาและต้นทุนเป็นอย่างมาก โปรแกรมที่นิยมใช้ในการผลิตงาน

แอนิเมชันเช่น โปรแกรม Maya, Abode Flash, Lightwave, modo, Anime Studio และ 3D Studio Max เป็นต้น

2.2.3 การผลิตแอนิเมชัน

แอนิเมชันถือเป็นสื่อชนิดหนึ่งดังนั้นการผลิตภาพยนตร์แอนิเมชันจึงมีกระบวนการที่คล้ายคลึงกับสื่อชนิดอื่น การเตรียมการที่รอบคอบก่อนทำการผลิตจึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้งานแอนิเมชันที่ได้ออกมามีคุณภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ กล่าวได้ว่าภาพยนตร์แอนิเมชัน การเตรียมงานภาพยนตร์แอนิเมชันจะมีการเตรียมการถ่ายทำให้พร้อมจึงจะแสดงต่อหน้ากล้องภาพที่ถูกบันทึกนั้นได้มีการวางแผนให้เกิดความเคลื่อนไหว ในขณะที่การถ่ายทำภาพยนตร์แอนิเมชันจะเป็นการบันทึกภาพจากภาพถ่ายที่ละเฟรม โดยปราศจากการเคลื่อนไหว โดยอัตราเร็วในการทำให้ภาพนิ่งเคลื่อนไหวได้อยู่ที่ 14 ภาพต่อ 1 วินาที หรือเร็วกว่า ซึ่งปัจจุบันจะใช้อัตราเร็วที่ 24 ภาพต่อ 1 วินาที อันเป็นอัตราเร็วมาตรฐานที่ใช้ในการผลิตภาพยนตร์โดยทั่วไป และอัตราเร็วที่ 25 ภาพต่อ 1 วินาที สำหรับการผลิตรายการพิเศษ เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวที่ผู้ชมรับรู้ได้อย่างต่อเนื่อง หลักการของการจัดทำภาพยนตร์แอนิเมชันให้น่าสนใจมีหลักการขั้นพื้นฐานอยู่ 12 หลักการ



รูปที่ 2.17 12 Basic Principles of Animation

ที่มา: สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2562

2.2.3.1 Squash and Stretch หลักการที่ว่าด้วยการยืดและการหดของวัตถุ เพื่อแสดงภาพของวัตถุให้ดูมีการเคลื่อนไหวต่อสิ่งที่มากระทบได้ดูมีชีวิตชีวา ถึงแม้ว่าวัตถุนั้นไม่ใช่สิ่งมีชีวิตก็ตาม โดยการอาศัยหลักการของฟิสิกส์ คือแรงโน้มถ่วง มวล น้ำหนัก และค่าความยืดหยุ่น เช่น บอลยางเวลาโดนแรงอัดกระแทกพื้นย่อมแบนลง และยืดขึ้นเมื่อเด้งออก จะมีความสัมพันธ์กับทิศทางน้ำหนักวัตถุ แต่การทำแอนิเมชันจะต้องเพิ่มระดับความเกินจริงให้กับวัตถุนั้น เพื่อให้การเคลื่อนไหวมีชีวิตชีวาขึ้นมาได้ตัวอย่างเช่น เมื่อโยนวัตถุขึ้นไปบนอากาศ วัตถุนั้นจะยืดขึ้นในแนวตั้ง

และวัตถุนั้นจะถ่วงขึ้นเพราะถูกแรงบีบจากด้านข้าง แต่เมื่อวัตถุนั้นตก และเคลื่อนที่ลงกระทบกับพื้น วัตถุนั้นจะถูกแรงกดจากด้านบน และจะเกิดการแผ่ขยายออกในแนวระนาบ

2.2.3.2 Anticipation เป็นหลักการเตรียมการของวัตถุก่อนที่จะเกิดการเคลื่อนไหวหลัก (Primary Action/Main Action) ทำเตรียม หรือทำเริ่มต้น เพื่อช่วยให้ผู้ชมรับรู้ว่าการกระทำที่จะเกิดอะไรขึ้นต่อจากการเตรียมการนี้มีผลต่อการทำให้การกระทำของวัตถุนั้นสมจริง การทำภาพยนตร์แอนิเมชันให้ความสำคัญกับทำเตรียมมาก เพราะจะดึงดูดความสนใจและมีพลังมากยิ่งขึ้น เพิ่มความน่าสนใจในการติดตามของผู้ชม เช่น การง้างหมัดเพื่อการต่อยที่รุนแรง ตัวละครก็จะเหวี่ยงแขนไปด้านหลังจนเกือบถึงพื้น และเหวี่ยงไปข้างหน้าอย่างแรง เป็นต้น

2.2.3.3 Staging เป็นหลักการจัดการเคลื่อนไหวที่เน้นการวางองค์ประกอบผ่านการเคลื่อนไหวของวัตถุ ทำทางการเคลื่อนไหวของวัตถุที่ชัดเจน และดึงดูดความสนใจไปยังวัตถุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในฉากนั้น และลดการเคลื่อนไหวของสิ่งต่างๆ ที่อยู่ฉากที่ไม่สำคัญออกไป เพื่อให้มีการเคลื่อนไหวน้อยที่สุด โดยจะช่วยเรื่องการจัดลำดับก่อนหลังในการมองเห็นวัตถุของผู้ชมได้ (Hierarchy of Perception) เพื่อกำหนดว่าวัตถุไหนมีความสำคัญมากน้อยกว่ากัน ซึ่งจะสื่อความหมายถึงความสำคัญของวัตถุนั้นอีกด้วย Straight Ahead Action and Pose-To-Pose Action (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2562) หลักการข้อนี้จะมีพื้นฐานมาจากเทคนิคการวาดภาพ Animation แบบดั้งเดิม นั่นคือ วิธีการเปลี่ยนลักษณะภาพจากภาพแรกไปถึงภาพสุดท้าย มี 2 วิธี คือ Straight Ahead Animation และ Pose-To-Pose Action สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) Straight Ahead Animation คือขั้นตอนของการทำแอนิเมชันหรือภาพเคลื่อนไหวทีละภาพไปเรื่อย จะไม่มีภาพเคลื่อนไหวหลัก โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของภาพแอนิเมชันที่ตรงไปตรงมา คือการกำหนดภาพ (Frame) เฉพาะภาพเริ่มต้น (Start Frame) โดยภาพสุดท้าย (End Frame) จะเกิดจากการค่อยๆ เปลี่ยนจากภาพแรกไปที่ละภาพจนถึงภาพสุดท้าย เทคนิคนี้จะช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีความลื่นไหล และมีอิสระตามที่คุณต้องการ

2) Pose-To-Pose Action คือขั้นตอนของการกำหนดภาพแบบการใช้ key frame ที่เป็นการกำหนดภาพเริ่มต้นหรือต้นทาง และทำทางปลายทางภาพสุดท้ายอย่างชัดเจน ตั้งแต่แรก เรียกว่า ภาพหลัก (Key Frame) แล้วสร้างภาพที่อยู่ระหว่างภาพหลัก (In-Between Frame) ให้ครบจนเป็นภาพเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์ เทคนิคนี้ช่วยให้สามารถควบคุมลักษณะของภาพได้อย่างแม่นยำ

2.2.3.4 Straight Ahead Action เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงภาพที่ตรงไปตรงมา คือ การกำหนดภาพ (Frame) เฉพาะภาพเริ่มต้น (Start Frame) โดยภาพสุดท้าย (End

Frame) จะเกิดจากการค่อยๆ เปลี่ยนจากภาพแรกไปที่ละภาพจนถึงภาพสุดท้าย เทคนิคนี้จะช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีความลื่นไหล และมีอิสระตามที่ผู้สร้างต้องการ

2.2.3.5 Pose to Pose คือ การกำหนดภาพเริ่มต้น และภาพสุดท้ายอย่างชัดเจนตั้งแต่แรก เรียกว่า ภาพหลัก (Key Frame) แล้วสร้างภาพที่อยู่ระหว่างภาพหลัก (In-Between Frame) ให้ครบจนเป็นภาพเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์ เทคนิคนี้ช่วยให้สามารถควบคุมลักษณะของภาพได้อย่างแม่นยำทั้ง Straight Ahead Action และ Pose to Pose จะมีประโยชน์แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่ มักจะใช้เทคนิคทั้ง 2 ควบคู่กัน Follow Through and Overlapping Action สำคัญของหลักการข้อนี้คือการแสดงผลจากแรงส่ง ทุกการเคลื่อนไหวของวัตถุมีองค์ประกอบที่ซับซ้อน จะมีการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบหลัก (Main Action) และองค์ประกอบอื่นจะมีความต่อเนื่อง ทับซ้อน และสัมพันธ์กันอยู่เสมอ ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

1) Follow Through คือ ภาพที่เกิดจากการเคลื่อนไหวหลัก เรียกว่า Action เกิดขึ้นแล้วมีการเคลื่อนไหวอื่นๆ ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องอันเป็นผลมาจาก Action นั้น เรียกว่า Reaction ตัวอย่างเช่น หากวัตถุหนึ่งที่เคลื่อนมาด้วยความเร็ว (Action) แล้วหยุดกะทันหัน วัตถุนั้นจะมีการเคลื่อนที่ต่อเนื่องเล็กน้อย (Reaction) ก่อนที่จะหยุดสนิท เป็นหลักการสำคัญที่ทำให้การเคลื่อนไหวมีความสมจริง ซึ่งเป็นไปตามกฎของแรงเฉื่อยและแรงเฉื่อย

2) Overlapping Action คือ การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนไหวหลัก (Main Action) และการเคลื่อนไหวรอง เช่น หากตัวละครกำลังวิ่ง แขนและขาจะเกิดการเคลื่อนไหวขึ้นพร้อมกันๆ โดยมีอัตราความเร็วที่แตกต่างกัน เช่น การเคลื่อนไหวของลำตัว, การเคลื่อนไหวของหัว ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้เรียกว่า Overlapping Action

2.2.3.6 Ease In and Out หรือ Slow In and Out ว่าด้วยการสร้างความแตกต่างของความเร็วอาจเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์หรือวัตถุ ที่ต้องเกี่ยวข้องกับอัตราความเร็ว โดยจะเกี่ยวข้องกับอัตราเร่งสัมพันธ์กับมวล และน้ำหนัก จะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราเร่งขึ้นเร็วเมื่อแรงส่งเริ่มลดถอยอัตราความเร็วค่อยๆ ช้าลง เช่น เมื่อลูกบอลลอยขึ้นไปในอากาศ ช่วงแรกของการปล่อยลูกบอลไป จะมีอัตราความเร็วสูงสุด และลูกบอลจะค่อยๆ ลดความเร็ว จนเหลืออัตราเร็วเป็นศูนย์ เมื่อลูกบอลลอยสูงสุด จากนั้นลูกบอลก็จะตกลงมา ด้วยโดยแรงโน้มถ่วง ด้วยเหตุนี้การสร้างแอนิเมชันต้องคำนึงถึงการเคลื่อนไหวที่ดูเหมือนสมจริงที่เน้นที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเคลื่อนไหว

1) Slow In คือ การเคลื่อนที่จะช้าในตอนเริ่มต้น

2) Slow Out คือ การเคลื่อนที่จะช้าในตอนสิ้นสุด ของการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น ตัวอย่างเช่น ในแนวระนาบ การเคลื่อนที่ของรถตั้งแต่ออกตัวจนกระทั่งหยุด

จะพบว่ามีความเร็วที่แตกต่างกัน โดยช่วงเริ่มออกตัว หรือช่วงรุดหยุด การเคลื่อนที่ของรถจะช้ากว่า ช่วงที่รถทำความเร็วได้คงที่แต่สำหรับ Slow In & Slow Out ในแนวโค้งความเร็วจะตรงกันข้าม เช่น การโยนวัตถุขึ้นบนอากาศความเร็วในช่วงเริ่มต้น และช่วงวัตถุตกลงพื้นจะมีความเร็วที่สูงกว่าช่วงที่เวลาที่วัตถุลอยขึ้น และหยุดนิ่งอยู่กลางอากาศในตำแหน่งสูงสุด

2.2.3.7 Arcs การเคลื่อนไหวในลักษณะวิถีโค้ง การสร้างแอนิเมชันควรศึกษาเข้าใจรูปแบบการเคลื่อนไหวตามเส้นโค้งที่วัตถุจะทำให้การเคลื่อนไหวดูน่าในใจ ไม่น่าเบื่อ ซึ่งจะช่วยทำให้สมจริงมากขึ้น เช่น การเหวี่ยงแขน ขณะที่กำลังจะโยนลูกบอลของนักกีฬาเบสบอล เมื่อโยนลูกบอลจะมีความเร็วของวัตถุหรือแรงผลักดันให้ลูกบอลไปข้างหน้า และมีแนวการเคลื่อนไหวเป็นเส้นโค้งออกไปข้างหน้า แล้วค่อยลดต่ำลงด้วยความเร็วที่ลดลง จนตกลงถึงพื้น จะเห็นว่าการเคลื่อนไหวนั้นจะมีลักษณะเป็นวิถีโค้ง

2.2.3.8 Secondary Action การกระทำรอง หรือการเคลื่อนไหวรอง เช่น ตัวละครเดินก้าวก็คือการเคลื่อนที่หลัก แขนหรือมือที่เหวี่ยงก็อาจจะจัดเป็นการเคลื่อนที่หลักด้วย แต่เสื้อผ้า ผม ที่ปลิวไปตามแรงเหวี่ยงของการเดิน พวกนี้คือการเคลื่อนไหวรอง พวกนี้จะทำให้งานดูสมจริงขึ้น จนชักจูงให้คนดูเชื่อได้ว่า ตัวละครนี้มีชีวิตจริง

2.2.3.9 Timing คือ เวลา การเคลื่อนไหวในแอนิเมชัน การผลิตสื่อแอนิเมชันจะมีเรื่องของเวลาหรือความเร็วของตัวละครมาเกี่ยวข้อง เช่นการก้าวเดินของตัวละคร การก้าวทีละก้าว ไปจนถึงการก้าวแรกที่มีการส่งต่อไปอย่างต่อเนื่อง การก้าวไปยังอีกก้าวของตัวละครเพื่อให้ดูเป็นธรรมชาติ และมีความสอดคล้องกับช่วงเวลา เช่นการวิ่ง กับการเดิน ที่มีท่าทาง และเวลาที่ต่างกัน ด้วยความเร็วที่ต่างกันย่อมให้ความรู้สึกที่ต่างกัน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับระยะเวลาของแต่ละท่าทางว่าใช้เวลากี่วินาที หรือ กี่เฟรม ด้วยการหมั่นสังเกตและการลองฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

2.2.3.10 Exaggeration การแสดงเกินจริง เพื่อสร้างอารมณ์ตัวละครให้มีชีวิตชีวา เช่น ทำหน้าตกใจอ้าปากกว้าง ตัวลอย เพราะจะสร้างความรู้สึกร่วมให้กับผู้ชมได้ดี สื่อสารได้ชัดเจน

2.2.3.11 Appeal การสร้างคุณลักษณะตัวละครที่มีเสน่ห์ แปลกใหม่น่าสนใจ เพื่อสร้างความประทับใจ จดจำได้ของผู้ชม

2.2.3.12 Personality การสร้างบุคลิกนิสัยของตัวละครจะเป็นการสร้างเอกลักษณ์พิเศษให้มีความแตกต่างกันไปของตัวละครแต่ละตัว (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ ,2562) กล่าวถึงกระบวนการผลิตสื่อแอนิเมชันโดยทั่วไปจะมีการแบ่งช่วงของตัวละครออกเป็น 3 ช่วงใหญ่ดังนี้

ช่วงที่ 1 Pre-Production

ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนของช่วงของการเตรียมงาน เช่น การคิด (Concept) การเขียนเนื้อเรื่อง (Development) การเขียนต้นฉบับ (Script) รวมไปถึงการวาด Storyboard ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเป็นการกำหนดทิศทางของโปรเจกต์ทั้งหมดควรมีลำดับขั้นและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลำดับขั้นที่ 1 การเขียนเอกสารรายละเอียดของโครงการ (Project Document Writing) เป็นเอกสารที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อบันทึกรายละเอียดของโครงการ เช่น ทำอะไร อย่างไร ระยะเวลาเท่าไร ใครคือกลุ่มเป้าหมาย แนวทางการทำงาน และรายละเอียดทุกอย่างที่สามารถจะนึกคิดเพื่อให้เกิด การเข้าใจและสามารถดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง

ลำดับขั้นที่ 2 ตารางเวลา (Making Gantt Chart) การกำหนดเพื่อให้รู้ว่าเวลาไหนทำอะไร

ลำดับขั้นที่ 3 การวางแผนเนื้อเรื่อง (Story Planning) การแต่งเนื้อเรื่อง แม้จะเป็นเพียงจุดเริ่มต้นก็เป็นจุดที่สำคัญเพราะจะเป็นตัวกำหนดความน่าสนใจของแอนิเมชันทั้งโปรเจกต์ เนื้อเรื่องจะถูกเขียนขึ้นในรูปแบบของบท (Script) คล้ายกับการผลิตภาพยนตร์ ซึ่งการเขียนบทเป็นการเขียนรายละเอียดของบทพูด ข้อความอักษร อธิบายภาพบทสนทนา การบอกจังหวะของการปรากฏภาพ เสียงตัวอักษรรวมทั้งเอฟเฟกต์ (Effect)

ลำดับขั้นที่ 4 ออกแบบตัวละคร (Character Design) เมื่อเรารู้ลักษณะของตัวละครแล้วเราสามารถเริ่มออกแบบตัวละครได้ โดยเริ่มเขียนรายละเอียดของตัวละคร เช่น ชื่ออะไร อายุเท่าไร เพศอะไร ชอบอะไร ไม่ชอบอะไร แล้วนำไปจัดทำเป็นโมเดล 3 มิติ ลงสี ตั้งค่าควบคุมตัวละคร แล้วทำการเคลื่อนไหว โดยใช้โปรแกรม 3 มิติ เช่น Maya หรือ 3D Max เป็นต้น

ลำดับขั้นที่ 5 กระดานภาพนิ่ง (Storyboard) เป็นสิ่งที่สำคัญ มากในวงการภาพยนตร์และแอนิเมชันโดยเฉพาะอย่างยิ่งงานขนาดใหญ่ มีทีมงานจำนวนมาก สตอรี่บอร์ดจะเป็นตัวกำหนดให้เข้าใจเนื้อเรื่อง ยังมีความชัดเจนมากเท่าไรก็จะง่ายต่อการดำเนินงานมากขึ้นเท่านั้นควรมีองค์ประกอบดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 เนื้อเรื่อง (Story) บอกได้อย่างชัดเจนว่าเกิดอะไรขึ้น ใครทำอะไร ที่ไหนอย่างไรกับใครรวมไปถึงอารมณ์ของตัวละครว่า ดีใจเสียใจโกรธ เป็นต้น

องค์ประกอบที่ 2 มุมกล้อง (Camera Angle) มุมกล้องที่แตกต่างกันจะให้ความรู้สึกและอารมณ์ที่ต่างกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องแสดงให้เห็นว่ามุมกล้องฉายมาจากทิศทางใด หรืออย่างไร โดยการบันทึกเสียง (Vocal Track) การบันทึกเสียง เสียงพูดเสียงเอฟเฟกต์ จากนั้น ก็มีกระบวนการตัดแต่ง เพื่อให้มีความคมชัดขึ้น ปรับแต่งความเร็วและโทนของเสียง ให้เหมาะกับตัวละคร เสียงทั้งหมดควรกำหนดไว้อย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะเริ่มทำภาพ เสียงควรมาพร้อมกับภาพเสมอ ซึ่งการทำ Digital Storyboard (Story Reel) คือการนำเอาสตอรี่บอร์ดและเสียงมา จัดเรียงกันเป็น

ขั้นตอนสุดท้ายของการ Pre-Production โดย Story Reel จะใช้เนื้อเรื่องพร้อมด้วยเสียงพูด เสียงเอฟเฟกต์เสียงดนตรี โดยจะถูกตัดต่อด้วยระยะเวลาที่ถูกต้องเพื่อเป็นต้นแบบให้กับการสร้างแอนิเมชันต่อไป

ช่วงที่ 2 Production

ขั้นตอนการผลิต เช่น การสร้างสิ่งแวดล้อม (Background) และแอนิเมทตัวละครตาม Storyboard ที่วาดขึ้น ลำดับขั้นควรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลำดับขั้นที่ 1 ทำภาพเคลื่อนไหว (Animating) แอนิเมเตอร์จะนำโมเดลตัวละคร 3 มิติมา ให้เคลื่อนไหวตาม Story Reel เมื่อทำการเคลื่อนไหวเสร็จแล้วก็ต้องเก็บรายละเอียดต่าง ๆ เช่น การปรับแต่งเวลาให้เหมาะสม การแสดงอารมณ์ทางใบหน้าของตัวละคร การขยับปาก การเคลื่อนไหว ของกล้อง เป็นต้น

ลำดับขั้นที่ 2 แสงและเงา (Light and Shadow) แสงและเงานั้น จะสร้างมิติและอารมณ์ ให้กับ แอนิเมชัน ก่อนที่จะตัดลิเนิ์วางแสงอย่างไรที่ตำแหน่งใด ควรคำนึงถึงปัจจัย ดังต่อไปนี้

ปัจจัยด้าน 1 อารมณ์ (Mood) แสงต่างชนิดจะให้อารมณ์ที่ต่างกันในแต่ละ ชื่น แอนิเมชันเช่นแสงสว่างหรือมืดจะให้อารมณ์ที่สนุกสนานหรือเศร้าหรือโทนสีของแสงก็สามารถบอกรู้สึกอบอุ่น สบาย หนาว เป็นต้น

ปัจจัยด้าน 2 มิติ (Depth) แสงและเงาสามารถสื่อถึงความเป็น 3 มิติบนจอ 2 มิติ โดยการสร้างภาพลวงตาของความลึกที่เกิดจากแสงเงาที่ตกกระทบ

ปัจจัยด้าน 3 เวลา (Time) โทนของแสงสามารถบ่งบอกให้รู้ว่าเหตุการณ์ในขณะนั้น เป็นตอนเช้าตอนเที่ยงตอนกลางคืนและยังบอกว่าเป็นฤดูไหนได้อีกด้วย

ปัจจัยด้าน 4 ตำแหน่งของไฟ (Position) ทิศทางของแสงจะมีความชัดเจนต่อรายละเอียดต่าง ๆ แสงที่ฉายจากด้านบนมักจะแสดงความเป็นธรรมชาติได้มากกว่าแสงที่ฉายมาจาก ด้านล่าง

ลำดับขั้นที่ 3 การประมวลผล (Rendering) เมื่อเรากำหนดทุกอย่างได้สมบูรณ์แล้ว จะเข้าสู่กระบวนการ ที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะคำนวณและแสดงผลทุก Pixel ออกมาเป็นภาพนิ่ง หรือ ภาพเคลื่อนไหวเปรียบเสมือนกับการถ่ายภาพใน โรงละครที่จัดแสงตัวละครและองค์ประกอบ สมบูรณ์แล้ว

ลำดับขั้นที่ 4 การตัดต่อ (Composition) ภาพทั้งหมดผ่านการ Render จะถูกนำมาตัดต่อโดยภาพจะถูกแยกเป็นชนิดเรียกว่า Layer เพื่อให้ผู้ตัดต่อภาพนำมาซ้อนทับกันอีกทีเช่นภาพตัว

ละครกับภาพฉากหลังเพื่อให้สามารถแก้ไขทีละส่วนได้ง่ายซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถตกแต่งภาพให้ดูสวยงามหรือใส่เอฟเฟกต์เข้าไปได้อีกด้วย

ช่วงที่ 3 Post-Production

คือขั้น ตอนการเก็บงาน เช่น การตัดต่อ รวบรวมคลิป แอนิเมชันเข้าด้วยกัน ใส่เสียงและปรับสี (Editing) การออกแบบไตเติ้ลการให้เครดิตผู้จัดทำ การเลือกสื่อบันทึกและรูปแบบการบันทึกให้เหมาะสมกับเครื่องเล่น ฟอรั่มที่ใช้ในการบันทึกเป็นชนิดไหน แล้วทดสอบผลที่ได้จากการบันทึกก่อนนำไปเผยแพร่อีกครั้งหนึ่ง ขั้นตอนนี้เปรียบเสมือนการ ตรวจสอบและแก้ไขให้งานทั้งหมดถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนนำออกแสดงหรือเผยแพร่ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการโฆษณาประชาสัมพันธ์แอนิเมชัน ให้เป็นที่รู้จัก เช่น การทำโปสเตอร์หรือฉายหนังตัวอย่าง เป็นต้น



บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.1 ข้อมูลเอกสาร

จากการศึกษาข้อมูลทางทะเลพบว่า ปัญหาของขยะบนท้องทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศอย่างมากโดยเฉพาะสัตว์เศรษฐกิจของไทยคือปลาทู โดยวงจรของขยะในท้องทะเลมีการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับวงจรการวางไข่ของปลาทูไทย แต่ด้วยการดำเนินเนื้อเรื่องเวลาที่ใช้ในการเล่าเรื่องผ่านภาพยนตร์แอนิเมชันขนาดสั้นมีน้อย ผู้วิจัยไม่สามารถเล่าถึงต้นตอสาเหตุความเป็นมาของขยะที่มาจากพื้นดินที่มาจากเหตุตามสารระเหื่อหาที่ได้ศึกษามาข้างต้น จึงได้เลือกปัจจัยที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบโดยตรงที่เกิดกับวงจรชีวิตของสัตว์น้ำโดยตรง

3.1.1.1 การเคลื่อนย้ายของขยะในท้องทะเลไทย

ผู้วิจัยได้เลือกประเภทขยะที่ลอยตามกระแสน้ำที่อยู่บนท้องทะเลไทยสำหรับประเภทของขยะชายหาดจากข้อมูลจากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ซึ่งได้จากการเก็บขยะชายหาดพบว่า พ.ศ. 2558 พบขยะทะเลที่มาจากกิจกรรมชายฝั่งและการพักผ่อนมีสัดส่วนถึงร้อยละ 78 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นขยะพลาสติก (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) เนื่องจากพลาสติกมีการสลายตัวช้ามากทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตไปจนถึงวิธีการหากินของสัตว์น้ำ นอกจากนั้นขยะเหล่านี้จะเป็นแหล่งสารพิษแล้วเนื่องจากพลาสติกสามารถดูดซับเอาสารพิษจากน้ำและทะเลเอาไว้ยังทำให้การใช้ชีวิตของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลงไป ขยะในทะเลโดยเฉพาะกลุ่มของขยะพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุทนต่อการสลายตัว (Persistent Materials) เช่น พลาสติกแก้ว และโลหะ สามารถลอยอยู่บนน้ำและมีการเคลื่อนย้ายตามกระแสน้ำ (Transportation by Currents) จนพบว่าคือแพขยะขนาดใหญ่ วังวนของน้ำในอ่าวไทยที่ผิวน้ำจะเคลื่อนที่ไปเป็นวง อันเนื่องมาจากกระแสลม กระแสน้ำ และภูมิประเทศ ซึ่งสิ่งปนเปื้อนที่ลอยไปกับน้ำมักจะเดินทางไปกับแพขยะ แพขยะนี้มีการเคลื่อนที่ทั้งแนวราบและแนวตั้ง สารอาหารจากกลางทะเลลึกจะค่อยๆ เดินทางไปตามเส้นทางน้ำ ค่อยๆ โผล่พื้นน้ำและลอยมาสู่

ชายฝั่ง กระบิบริมฝั่ง จากนั้นจะเคลื่อนตัวหวนกลับคืนสู่ทะเลในอีกเส้นทาง พลาสติกเหล่านั้นมีการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆและรวมตัวจมลงบนผิวน้ำ ที่ตรงใจกลาง (Gyres) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ใช้เวลายาวนานประมาณ 10 ปี

3.1.1.2 วงจรชีวิตปลาในท้องทะเลไทยที่ได้รับผลกระทบจากขยะในท้องทะเล

ปลาจะมีการวางไข่มากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม โดยปลาทุสสายตะวันตก บริเวณปากอ่าวไทยจะว่ายน้ำลงไปวางไข่บริเวณนอกฝั่งแถบ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ปลาทุสขนาดเล็กที่ออกหาอาหารบริเวณใกล้ฝั่งจนตัวเต็มวัยถึงวัยผสมพันธุ์จะเดินทางกลับสู่แหล่งเกิดที่เป็นแหล่งวางไข่ เพื่อผสมพันธุ์ และวางไข่ตามฤดูกาล โดยตัวเมียจะมีไข่เต็มท้อง และตัวผู้จะมีปริมาณอสุจิที่พร้อมสำหรับการผสมพันธุ์แม่ ปลาทุสจะว่ายน้ำลงสู่บริเวณท้องทะเลที่ความลึกประมาณ 20 เมตร เมื่อตัวเมียวางไข่เสร็จ ตัวผู้จะนึ้ดน้ำเชื้อเข้าผสมกับไข่ทันที หลังจากนั้น ไข่จะลอยไปตามกระแสน้ำ และฟักตัวออกเป็นตัวอ่อนในระยะเวลา 10 วัน หลังการวางไข่ ปลาทุสเมื่อแรกเกิดจะมีถุงอาหารพองเป็นอาหารสำรองประมาณ 3-5 วัน และจะเริ่มกินอาหารเมื่อถุงอาหารเริ่มยุบตัว ซึ่งระยะนี้จะมีขนาดยาวประมาณ 1 เซนติเมตร โดยการหาอาหารของลูกปลาจะว่ายเข้ารวมกลุ่มกันเป็นฝูง และหาอาหารบริเวณผิวน้ำตื้นบริเวณชายฝั่งของปลาทุสทั้ง 2 สาย ที่มีสาหร่ายปะการังหรือแนวกำแพง ในระยะการหาอาหารนี้ปลาทุสมีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ซึ่งการเดินทางของขยะบนท้องทะเลจะมีผลกระทบกับวงจรและสามารถเปลี่ยนวิถีชีวิตของปลาทุสในระยะดังกล่าวได้อย่างสิ้นเชิง

3.2 ขั้นตอนเตรียมการผลิต (Pre-production)

3.2.1 การพัฒนาบท (Development)

บทได้เริ่มพัฒนาโดยผู้วิจัยได้เห็นถึงผลกระทบของขยะทะเลจากเหตุการณ์ที่นักท่องเที่ยวได้ช่วยชีวิตปลาที่เข้าไปติดในถุงพลาสติก ซึ่งเกิดขึ้นจึงได้แนวคิดที่จะแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงจากเหตุการณ์จริงเพื่อสร้างภาพยนตร์แอนิเมชันสะท้อนผลกระทบที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3.1 ภาพข่าวอย่าคิดว่าแค่ถุงพลาสติก นักดำน้ำ เผยนาทีช่วยชีวิต ปลาติดถุงเกือบตาย

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2560

3.2.2 การเขียนโครงเรื่อง (Plot)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลและรายละเอียดต่างที่ค้นคว้ามาสร้างเป็นเรื่องราว สร้างตัวละครที่ตกอยู่ในภาวะวิกฤตในปัจจุบัน และฉากใต้ท้องทะเลให้ออกมาเป็นโครงเรื่องดังนี้

เรื่อง ปลาทุไทย เรื่องย่อ

ท้องทะเลไทยในวันที่คลื่นลมสงบ กลุ่มไขปลาที่ใกล้จะเป็นตัว ลอยใต้ท้องทะเลมาอย่างช้า ๆ 5 ฟอง เกาะกลุ่มมา ทันใดนั้นมีวัตถุคล้ายแก้วน้ำใส ๆ จมลงมาจากผิวน้ำดังลงมารอบ ไขไปหนึ่งฟอง ส่วนอีก 4 ฟองก็ติดอยู่ที่ข้าง ๆ แก้วนั้น เวลาผ่านไปไขก็พากันฟักเป็นปลาทุ เจ้าปลาทุตัวน้อยมองออกไปท้องทะเลช่างกว้างเหลือเกินมันต่างเกาะกลุ่มกันทั้ง 5 ตัว แต่เจ้าตัวน้อยที่อยู่ในแก้วใสนั้นกับไรซึ่งสัมผัสจากพื้นท้องของมัน และมันก็มองไปรอบ ๆ อย่างสุดสายตา แต่ไม่สามารถออกไปข้างนอกได้ ด้วยสัญชาตญาณที่ต้องเอาตัวรอดมันจึงค่อย ๆ ดันสิ่งที่มันไม่เคยเห็นและไม่เคยรู้จักที่กั้นมันไว้จากโลกภายนอก มันจึงดันแรงขึ้น แรงขึ้น จนครั้งแล้วครั้งเล่า และด้วยริ้วแรงที่น้อยนิดที่ต้องการแลกกับอิสรภาพอันยิ่งใหญ่ สัญชาตญาณในการเอาตัวรอดและดำรงชีพ มันจึงชนอย่างไม่มีที่ท่าว่าจะหยุด

โครงเรื่อง / บทภาพยนตร์

ฉากที่ 1 / ณ ห้องทะเลผิวน้ำในวันที่ไม่มีพายุ แสงแดดยามเช้า

เสียงผิวน้ำพร้อมลมเบา ๆ ของห้องทะเล กลุ่มขยะที่ลอยมากับน้ำและเต็มไปด้วยขยะต่าง ๆ ทั้งขวดพลาสติก ถูพลาสติก ขวดของเครื่องดื่มชูกำลัง เศษเชือกในร่อนหลายขนาด พร้อมซากสาหร่ายปะปนลอยมา แสงระยิบระยับที่ผิวน้ำ โหลแก้วใสหนึ่งใบที่ลอยเอียงไปมาก็หงายขึ้นพร้อมกับจมลงจากกองขยะกลุ่มนั้น

Sound / เสียงลมเบา ๆ และน้ำกระทบขยะเบา ๆ

Lighting / แสงยามเช้า ระยิบระยับที่ผิวน้ำ

ฉากที่ 2 / ใต้ห้องทะเล

ขยะบนผิวน้ำโดนคลื่นซัดอย่างซ้ำ ๆ แกว่งไปแกว่งมาจนได้ระยะของแรงโน้มถ่วงจึงค่อย ๆ ดิ่งลงใต้ห้องทะเล แกว่งหมุนไปมาอย่างเชื่องช้า ฟองอากาศเล็ก ๆ ค่อย ๆ กระจายตัวขึ้นที่ผิวน้ำจนถึงห้องทะเลด้านล่าง ขยะนั้นมันกำลังค่อย ๆ คว่ำอย่างช้า ๆ แต่กลับมีไข่ปลาเล็กกลมเกลี้ยงที่ค่อยปลิวมาอย่างช้า ๆ มันมีลักษณะกลมใสและเล็กออกสีเหลืองส้ม และนั่นก็คือไข่ของปลาทุ่นนั่นเอง มันเคลื่อนตัวมาอย่างเชื่องช้าด้วยกันทั้งหมด 5 ฟอง ทันใดนั้นโหลแก้วนั้นก็ค่อย ๆ คว่ำลงตามน้ำหนักของมันและครอบไข่ไปหนึ่งใบ โหลนั้นกดตัวลงทลายเล็กน้อยตามน้ำหนักของมัน ไข่อีก 4 ฟองก็ติดที่ขอบโหลด้านนอกเปรียบเสมือนที่ปักพิงในยามนี้ ห้องทะเลอันกว้างใหญ่ที่แสนจะดูอ้างว้างสุดสายตา มีเพียงโชคหินไม่กี่ก้อนและกลุ่มไข่ปลากลุ่มนี้ที่ลอยปลิวตามกระแสของน้ำมาแสนไกล ในไข่เริ่มมีอาการเคลื่อนไหวของลูกปลาที่กำลังจะฟักเป็นตัวในอีกไม่กี่ชั่วโมงที่ปลิวไปมาอย่างไรทิศทางจนมาหยุดที่ขวดโหลนี้ // ภาพขยายเข้าที่ไข่ปลาเพียงใบเดียวที่โหลนั้นครอบอยู่ // ค่อย ๆ มีดลงเหลือเพียงแสงที่ส่องมาที่ไข่ปลาเพียงใบเดียวในขวด และค่อย ๆ มีดดำ / มีดค้างไว้ 3 วินาที

Sound / เสียงได้น้ำของคลื่นเบา ๆ จากผิวน้ำ

Lighting / แสงสะท้อนจากผิวน้ำลงมาถึงใต้ห้องทะเล มิติตู้ไกลสุดสายตา

ฉากที่ 2 / ใต้ห้องทะเล ไม่วันถัดมา

และแล้วปลาทุ่นน้อยก็ได้ว่ายออกมาสัมผัสกับโลกแห่งห้องทะเล เกร็ดละเอียดเล็ก สีเงินเงาแวววาวที่ลำตัวช่างดูสวยงาม สีเทาอ่อนที่หลัง และหางมีสีเหลืองอ่อนช่างสวยงาม ก็ว่ายวนไปมารวมกลุ่มกัน แต่เจ้าตัวน้อยในโหลก็มองไปรอบ ๆ และชื่นชมบรรยากาศห้องทะเลที่สงบ ๆ สุดสายตา มันช่างเป็นโลกที่กว้างใหญ่อะไรเช่นสำหรับปลาทุ่นตัวน้อย มันพยายามว่ายเล่นกับพี่น้องของ

มันที่อยู่ด้านนอก ในความสงสัยว่าทำไมโลกของมันช่างมีพื้นที่จำกัดและไม่สามารถออกไปข้างเล่นกับพี่น้องของมันได้ หิวก็ได้แต่เก็บเศษอาหารเล็ก ๆ กินที่พื้นทราย มันค่อนข้างสงสัยและอยากจะออกไปว่เล่นกับตัวอื่นมาก ๆ และด้วยสัญชาตญาณที่ต้องการมีอิสระ มันจึงค้นคว้าใส่ ๆ ที่ก้นมันไว้ระหว่างมันกับโลกภายนอก ครั้งแล้วครั้งเล่า ลองแล้วลองอีก ด้วยสัญชาตญาณที่ต้องการเอาชีวิตรอดไปจากจุดนี้ ทำให้มันชนไปเรื่อย ๆ ไปเรื่อย ๆ และค่อย ๆ แรงขึ้น ๆ จนเกินไปกว่าความเจ็บปวดที่เกิดขึ้น เสียงของการชนก็ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ๆ แม้จะเจ็บปวดและเกิดบาดแผล ไม่สามารถหยุดสัญชาตญาณในครั้งนี้อันได้เลย พี่น้องของมันต่างก็เกาะกลุ่มว่ไปหาเล่นทรายหาเพลงตอนกินอย่างสนุก และก็พากันว่ไปไกลออกไป จนสุดสายตา เจ้าปลาตู้ตัวน้อยในโหลก็พยายามว่ชนโหลอย่างเดียดายในท้องทะเลอันกว้างใหญ่และเงียบสงบต่อไป ในท้องทะเลอันกว้างใหญ่แต่ไม่สามารถออกไปจากโหลนั้นได้

Sound / เสียงได้น้ำของคลื่นเบา ๆ จากผิวน้ำ / เสียงการชนขวด เบาและหนักขึ้น

Lighting / แสงสะท้อนจากผิวน้ำลงมาที่ใต้ท้องทะเล มิติที่ดูไกลสุดสายตา

3.2.3 การออกแบบ

3.2.3.1 การออกแบบตัวละคร (Character Design)

ขยะทะเล เป็นขยะทะเลที่ลอยอยู่ผิวน้ำให้มีลักษณะต่าง ๆ ตามข้อมูลที่พบที่บริเวณชายหาด และได้้นำ ทั้งโหลแก้ว ขวดพลาสติก ต่าง ๆ โดยนำข้อมูลประกอบกับภาพตัวอย่างที่ได้พบที่บริเวณชายหาด อุทยานแห่งชาติเจ้าไหม จังหวัดตรัง (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)



รูปที่ 3.2 ขยะพลาสติก

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2560



รูป 3.3 ภาพร่างขยะ



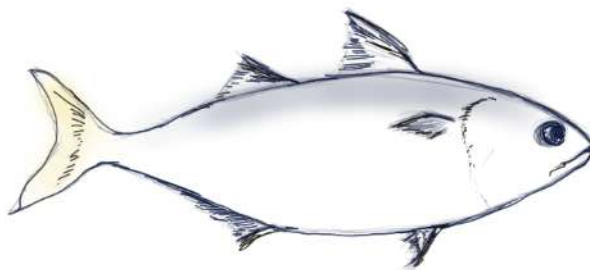
รูปที่ 3.4 ภาพร่างขยะลอยน้ำ

การออกแบบตัวละคร ไข่ปลา โดยออกแบบให้มีลักษณะคล้ายธรรมชาติแต่ได้เพิ่มสีส้มเข้าไปเพื่อให้สีเป็นตัวดึงดูดสายตาและสังเกตได้ง่าย โดยผู้วิจัยได้ทำการ sketch design รูปแบบของไข่ปลาเพื่อวางแผนในการขึ้น Model



รูปที่ 3.5 การออกแบบตัวละคร ไข่ปลา

การออกแบบตัวละครปลาทุ เป็นอีกตัวละครที่ทำการขึ้น โมเดลให้มีลักษณะเหมือนจริงตามที่พบในธรรมชาติ โดยลักษณะของปลาทุในแต่ละวัยมีความคล้ายคลึงโดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างปลาทุ เพื่อมาเป็นต้นแบบและทำการศึกษาในการขึ้นโมเดล โดยทำการเริ่มจากภาพร่างเพื่อวางแผนการทำงานในการขึ้น โมเดลต่อไป



รูปที่ 3.6 การออกแบบตัวละคร ปลาทุ

3..2.3.2 การออกแบบฉากและโทน (Tone) ของภาพ

การออกแบบฉากท้องทะเล โดยการจำลองท้องทะเลจากผิวหนังที่แสดงถึงท้องทะเลอันกว้างใหญ่มีลักษณะของน้ำสีน้ำเงินคราม แสงแดดสะท้อนในยามบ่าย มีคลื่นลมเบา ๆ เพื่อให้เห็นถึงความสวยงามและสดใสของท้องทะเล



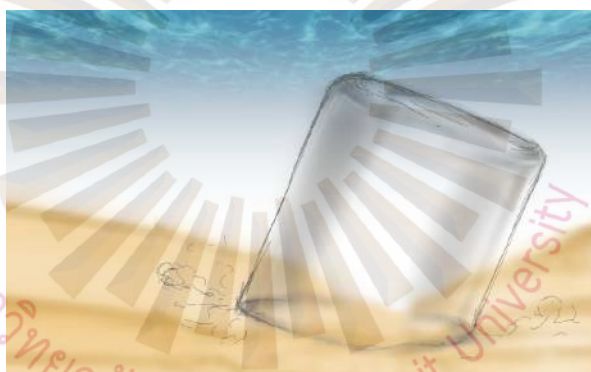
รูปที่ 3.7 การออกแบบฉากและโทนสี ภาพท้องทะเล

การออกแบบฉากใต้ผิวน้ำ น้ำทะเลมีสีน้ำเงินเข้มและมีแสงของพระอาทิตย์ส่องจากผิวน้ำลงมาบรรยากาศรอบด้านมีดุ๊กดิ๊กและอ่าวว้าง เพื่อต้องการให้รู้สึกถึงสิ่งร้ายที่กำลังจะเกิด และดำเนินลงลึกไปพร้อมกับขวดโหลที่กำลังจม



รูปที่ 3.8 การออกแบบฉากและโทนสี ภาพท้องใต้ผิวน้ำ

การออกแบบฉากท้องน้ำใต้ทะเล ทราชม์ลักษณะเป็นเม็ดกรวดสีน้ำตาลและ
บรรยากาศท้องทะเลที่ดูเคว้งคว้าง คูลึกและมีดลง อ่างว้างมีกระแสน้ำเบา ๆ



รูปที่ 3.9 การออกแบบฉากและโทนสี ภาพท้องน้ำใต้ทะเล

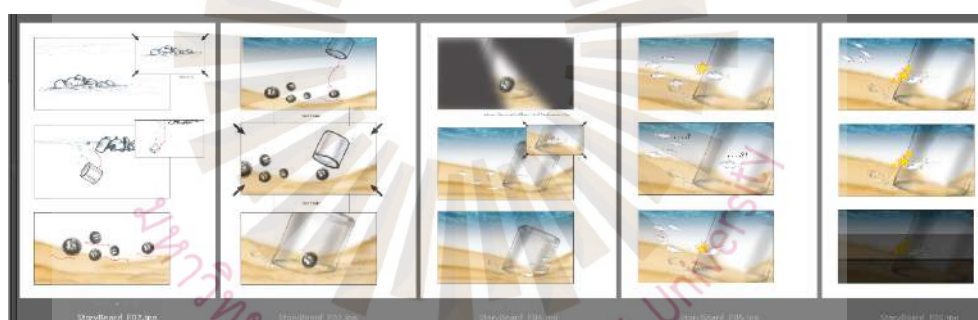
3.2.5 บทภาพนิ่ง (Storyboard)

จากเรื่องราวและการค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการ ร้อยเรียงเรื่องราวต่าง ๆ ที่
ต้องการนำเสนอในรูปแบบบทภาพนิ่ง เพื่อให้เห็นภาพและบรรยากาศ รวมไปถึงลักษณะการใช้มุม
กล้องต่าง ๆ ตลอดจนถึงการตัดสินใจการดำเนินเรื่องในทิศทางต่าง ๆ ในการสื่อให้ถึงผลกระทบ
ซึ่งมีความสำคัญในการลำดับภาพที่เสนอเรื่องราวจากการ (Thumbnail Board) ในหลาย ๆ ทิศทาง
ของการนำเสนอเพื่อให้ผู้วิจัยได้เห็นภาพรวมของเรื่องราวและการลำดับภาพ จากนั้นจึงได้

ดำเนินการ เพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญเข้าไปจนเป็น บทภาพนิ่งตามที่ผู้วิจัยต้องการ (Storyboard)



รูปที่ 3.10 ภาพร่างบทภาพนิ่ง (Thumbnail Board)



รูปที่ 3.11 บทภาพนิ่ง (Storyboard)

3.2.6 บทภาพเคลื่อนไหว (Animatic)

ถือเป็นอีกขั้นตอนที่มีความสำคัญ การทำบทภาพเคลื่อนไหวผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและเพิ่มเติมรายละเอียด เพื่อนำมาจัดทำในส่วนนี้ในรูปแบบ 2 มิติให้มีการเคลื่อนไหวและการใช้มุมกล้องต่าง ๆ โดยขั้นตอนนี้ใช้ โปรแกรมซ้อนภาพ (Adobe After Effects CS6) ในรูปแบบการทำงาน เป็นการแบ่ง Layer ต่าง ๆ และสามารถแบ่งระยะของภาพในรูปแบบ มิติเพื่อให้มีความลึก และการกำหนดการเคลื่อนไหวเพื่อกำหนดช่วงเวลา (Timing) ในแต่ละลำดับภาพและการเล่าเรื่องในแต่ละช่วง ตลอดจนการใส่เสียงบรรยากาศ (Ambient Sound) เสียงประกอบโฟลด์ (Foley) รวมไปถึงการ

พากย์เสียง (Voice-Over) ทั้งหมดจะทำให้เห็นภาพรวมของลำดับภาพในรูปแบบแอนิเมชันทั้งหมดที่ต้องการนำเสนอเพื่อนำมาทำการตัดต่อในอีกขั้นตอนเพื่อให้ได้แอนิเมชันมีระยะเวลาที่กำหนด

3.2.7 ด้านเทคนิค

จากขั้นตอนการทำ Storyboard ทางผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจาก ผศ.ดร.ชัยพร พานิชรุทติวงศ์ ในเรื่องการนำเสนอในเรื่องการเปลี่ยนฉากจาก ไข่ปลา ที่ฟุ้งตัวเป็นปลาในการใช้อารมณ์ของแสงที่ค่อย ๆ แคลบลงและเหลือแค่ลำแสงส่องไปที่ไข่ปลา และค่อย ๆ แคลบลงจนภาพดำ และทิ้งระยะเวลาเพื่อให้เกิดความรู้สึกถึงช่วงเวลาที่ยาวนาน ตลอดจนเรื่องของเสียงที่ต้องแสดงให้เข้าถึงความรู้สึกที่จะต้องค่อย ๆ เงียบลง จนเข้าสู่อีกลำดับฉากต่อไป จนรวมไปถึงลำดับภาพของฉากจบในการนำเสนอในมุมที่ค่อย ๆ ให้ออกห่างจากมุม CU เข้าสู่ Extreme Long Shot เพื่อให้เห็นถึงความอ้างว้าง โดดเดี่ยวในโลกอันกว้างใหญ่ของท้องทะเล แต่ไม่สามารถออกไปได้ และใช้เสียงเพื่อให้แสดงถึงความสิ้นหวังของสัญญาณในการมีชีวิต และอิสรภาพ

3.3 ขั้นตอนการผลิต (Production)

3.3.1 การปั้นหุ่น 3 มิติ (3D Model)

3.3.1.1 เตรียมภาพตัวละครรอบด้าน (Turn Around)

ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างปลาเพื่อมาเป็นต้นแบบในการขึ้น โมเดล โดยการศึกษาและทำการเก็บรายละเอียดในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านหน้า (Front View) ด้านข้าง (Side View) ด้านหลัง (Top View) เพื่อเป็นต้นแบบในการขึ้นงานในรูปแบบ 3 มิติ



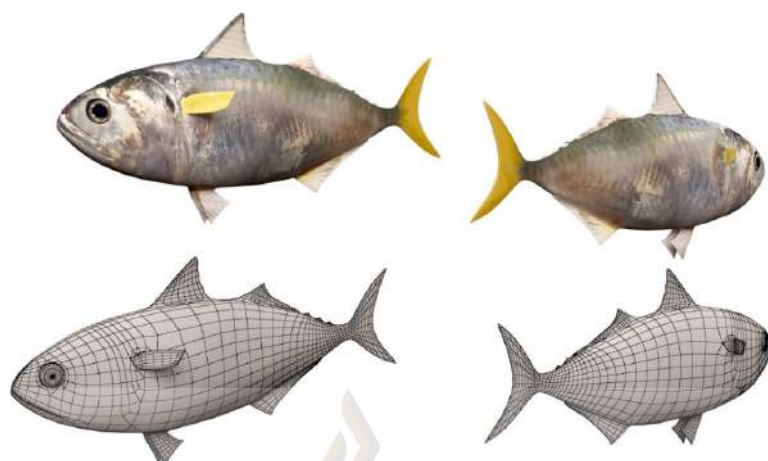
รูปที่ 3.12 ภาพต้นแบบตัวละคร

3.3.1.2 การขึ้นรูปทรง 3 มิติ

การขึ้นโมเดล (Model) ให้มีรูปทรง 3 มิติในคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยเลือกการทำงานในขั้นตอนนี้ด้วย โปรแกรม Autodesk Maya 2018 โดยขั้นตอนจากการศึกษาลักษณะปลาจากตัวอย่างที่นำมาแล้ว ทำการเก็บรายละเอียด ถ่ายภาพเพื่อนำเข้ามาเป็นภาพร่างตัวอย่างในโปรแกรม เพื่อให้มีความใกล้เคียงในมิติและรูปทรงต่าง โดยขึ้นรูปทรงจากลักษณะ Polygon Cube และทำการปรับตำแหน่งในส่วนของ (Vertex) และในส่วนของเส้น (Edge) เพื่อให้มีรูปทรงตามแบบ โดยการขึ้นรูปมีการใช้คำสั่ง Display Smoothness หรือด้วยการกดปุ่มหมายเลข 2 สำหรับในส่วนครีบอกของปลา ใช้ลักษณะของ Polygon Plane ที่เหมาะสมในการทำงานในส่วนนี้ ตลอดจนมีการจัดสรรในเรื่องของ Topology หมายถึง ลักษณะทางเรขาคณิตของ Face ในรูปทรงตาข่ายหรือเรียกอีกอย่างว่า wireframe ซึ่งจะมีความสำคัญมากเมื่อถึงการเชื่อมต่อการเคลื่อนไหว ด้วยการจัดวางที่คำนึงถึงการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม



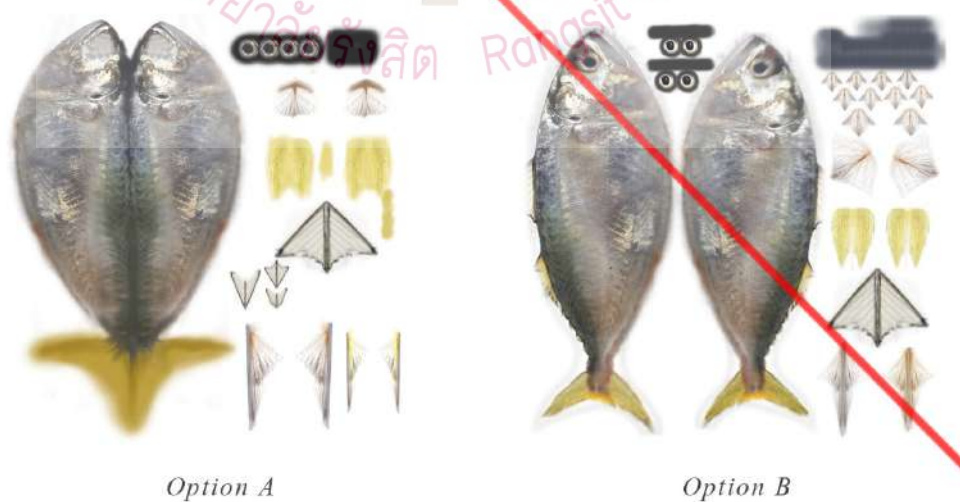
รูปที่ 3.13 ภาพการขึ้นโมเดลปลา



รูปที่ 3.14 โมเดลปลา Wireframe/Topology

3.3.1.3 การกางยูวี (UV Mapping) และทำพื้นผิว (Texture)

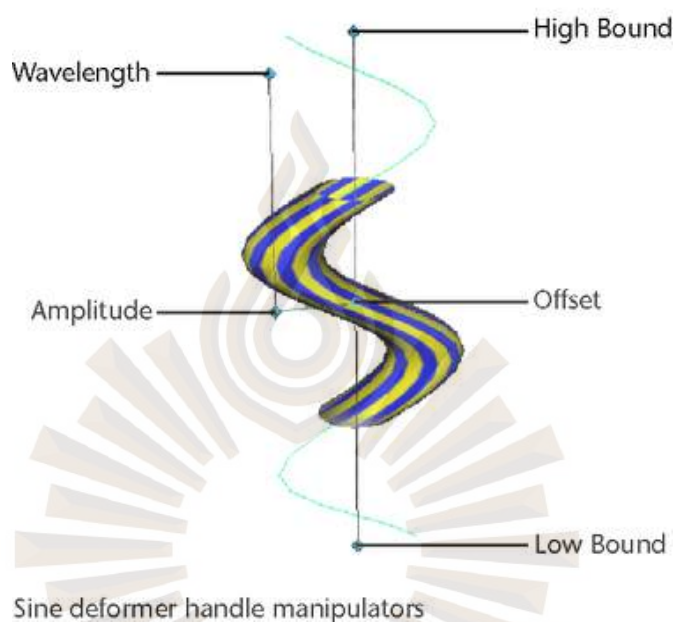
จากขั้นตอนการขึ้น โมเดลเรียบร้อยแล้ว ก็เข้าสู่ขั้นตอนที่มีความสำคัญในอีกส่วนหนึ่งของตัวโมเดล คือเรื่องพื้นผิวหรือ Skin ในทางโปรแกรม Maya เรียกว่า UV Texture โดยมีส่วนสำคัญและมีเรื่องการจัดวางรอยต่อต่าง ๆ ให้ดูสมจริง โดยการทำการ UV Snapshot และทำการจัดเรียงและสร้างพื้นผิวโดย การใช้โปรแกรม Adobe Photoshop โดยดูจากลักษณะผิวของปลาที่เหมาะสมด้วยโดยผู้วิจัยเลือกใช้ Option A ซึ่งส่งผลเรื่องรอยต่อที่ดีกว่า



รูปที่ 3.15 UV Texture

3.3.1.4 การสร้างการควบคุมการเคลื่อนไหว

การสร้างการเคลื่อนไหวของปลาหุ่นนั้น ผู้ทำวิจัยเห็นควรว่า การใช้คำสั่ง Nonlinear Deformer และเลือกใช้คำสั่งของ Sine เพื่อให้มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงกับปลาอย่างมากที่สุด โดยลักษณะการเคลื่อนไหวแบบ Sine มีลักษณะดังภาพข้างล่างนี้



รูปที่ 3.16 Sine Deformer Handle Manipulators

3.3.2 การทำฉาก

3.3.2.1 ฉากในท้องทะเล

ผู้ทำวิจัยต้องการให้เห็นภาพท้องทะเลที่กว้างใหญ่มีคลื่นซัดแบบเบา ๆ เพื่อแสดงถึงท้องทะเลไทยในแนวเขตการวางไข่ของปลาทู และให้เห็นถึงความสวยงามของน้ำทะเลในประเทศไทย โดยเลือกนำเสนอในมุมมองที่กว้างไกลเห็นท้องฟ้าที่โล่งสะอาดตา แต่ผิวน้ำเต็มไปด้วยขยະลอยเป็นแพ



รูปที่ 3.17 ฉากทะเล

3.3.2.2 ฉากใต้ท้องทะเล

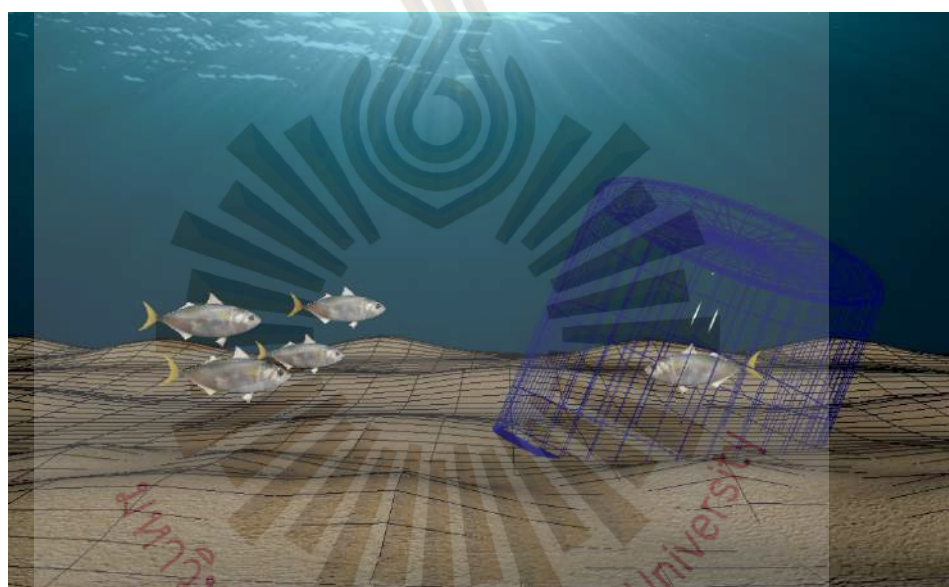
มีความดำดิ่งมืดในลักษณะการตั้งมุมกล้องที่ย้อนแสงให้เห็นถึงความลึกที่ขะกำลังดิ่งลงไปยังด้านล่างในท้องทะเลอย่างช้า ๆ



รูปที่ 3.18 ฉากทะเล แสงจากผิวน้ำ

3.3.3 การสร้างการเคลื่อนไหว (Animate)

โดยขั้นตอนการเริ่มต้น ด้วยการจัดวาง (Layout) เพื่อให้เห็นภาพโดยขั้นตอนนี้สามารถนำในส่วนของ Animatic เข้ามาเพื่อเป็นหลักในการกำหนดการจัดวางและทิศทาง ตลอดจนมุมมองกล้องต่าง ๆ อีกด้วย จากนั้นก็ทำการกำหนดท่าหลัก (Key Frame) ทั้งตำแหน่งและการเคลื่อนไหวต่าง ๆ และตลอดจนการกำหนดระยะเวลาการเคลื่อนไหวจนจบ หรือเรียกว่าการ (Blocking) เมื่อเสร็จแล้วจึงค่อยมีกำหนดรายละเอียดระหว่างท่าหลัก (In-between) และตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อให้การเคลื่อนไหวไหลลื่น



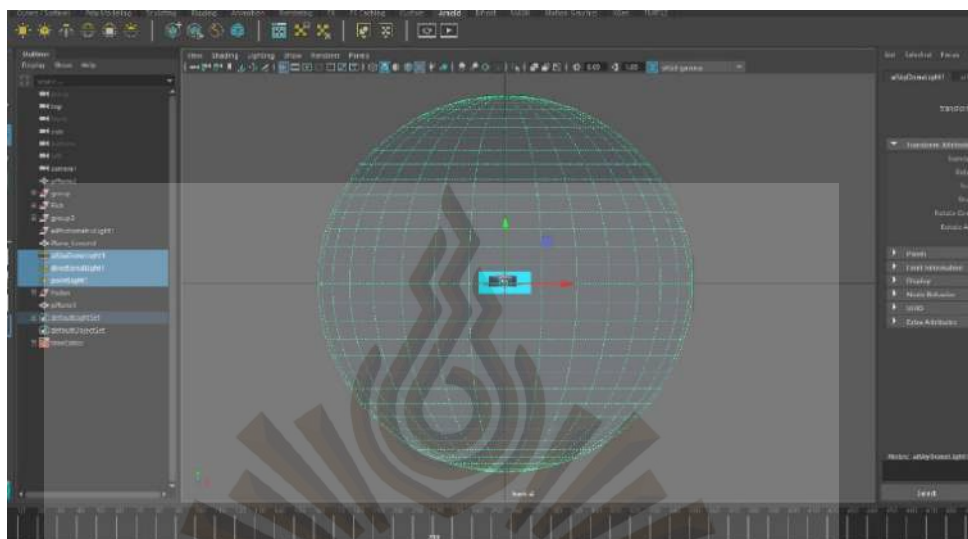
รูปที่ 3.19 ฉากใต้ทะเล

สิ่งที่สำคัญคือยังต้องเคลื่อนไหวให้ใกล้เคียงความเป็นจริง โดยการเก็บรายละเอียดในจุดต่าง ๆ โดยการนำหลักของแอนิเมชัน เข้ามาประกอบ เช่น จังหวะการเตรียมก่อนการจะเคลื่อนไหว (Anticipation) จังหวะเคลื่อนไหวจากเร็วไปช้า (Slow-In) และช้าไปเร็ว (Slow-Out)

3.3.4 การจัดแสง (Lighting)

ผู้ทำวิจัยใช้ลักษณะการจัดแสงโดยแสงหลักอยู่ใน Arnold โดยเลือก aiSkyDomeLight เพื่อสร้างบรรยากาศของแสงโดยรอบโดยการนำโดมมีกรอบฉากให้หมด เพื่อเป็นการควบคุมแสง

จากนั้นเพิ่มในส่วน directional light เพื่อทำการกำหนดทิศทาง และเป็นแสงที่ใช้ในการควบคุมได้อย่างเหมาะสม จากนั้นได้ทำการเพิ่มความสว่างในส่วนที่ต้องการเน้นหรือสร้างความสว่างในส่วนนั้นด้วย point light



รูปที่ 3.20 aiSkyDome Light ของฉากได้น้ำ

3.3.5 การประมวลภาพนิ่ง (Rendering)

โปรแกรม Maya จะสามารถทำการประมวลผลเพื่อออกมาในลักษณะที่ละทีละทีจะสามารถนำมาเรียงต่อกันเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว โดยลักษณะการประมวลผลออกมาเป็นแบบ Sequence ทำให้สะดวกต่อการแก้ไข โดยผู้ทำวิจัยกำหนดให้ขนาดของภาพมีขนาดที่ กว้าง 1920 พิกเซล สูง 1080 พิกเซล (High Definition 1920*1080 Pixels) โดยใช้การประมวลผลแบบ Arnold Rendering เพื่อให้แสงมีความสวยงามและสมจริง

3.4 ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-production)

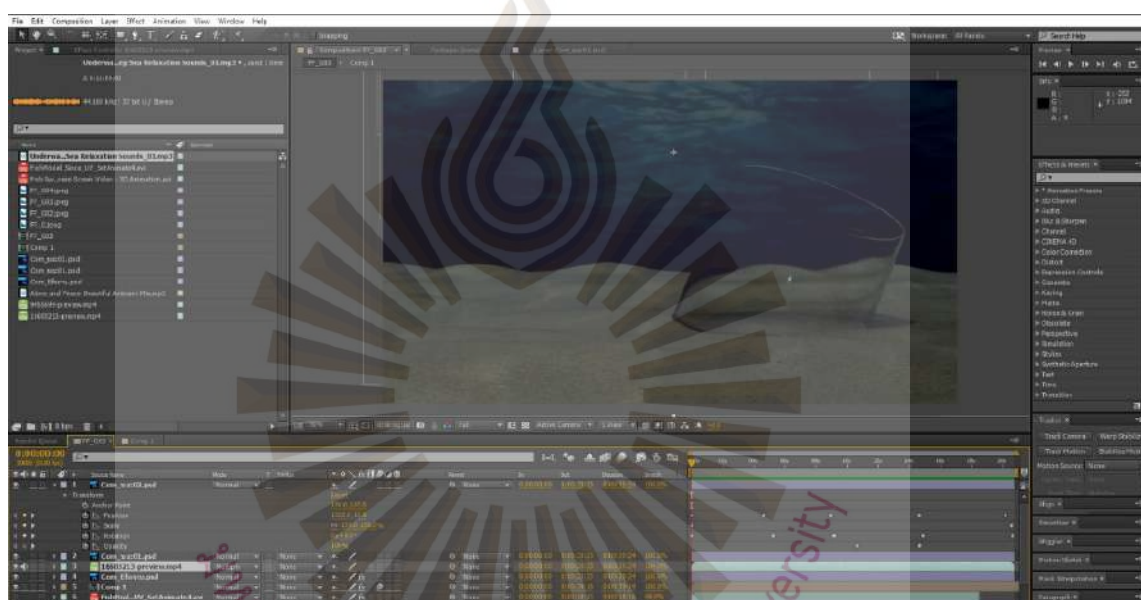
3.4.1 การเรียบเรียงและตัดต่อ (Editing)

เมื่อได้ภาพจากการประมวลผลแล้ว ก็นำในส่วนของชุดภาพต่อเนื่อง (Image Sequence) ที่ได้มาทั้งหมดแบ่งแยกในแต่ละฉากแต่ละตอน มาจัดการทำเป็นชุดภาพ Master Layer เพื่อทำการ

เรียงลำดับในโปรแกรม Adobe After Effects ให้เกิดเป็นแอนิเมชัน จากนั้นก็กำหนดความยาวในแต่ละฉากตามบทบาทเคลื่อนไหว และทำการตัดต่อตลอดจนการกำหนดช่วงและจังหวะของเสียง

3.4.2 การซ้อนภาพ (Composition)

ในส่วนนี้มีการใช้ลักษณะ effect ของแสงสะท้อนใต้น้ำโดยใช้เทคนิคการซ้อนภาพและทำการปรับให้อยู่ในรูปแบบมัลติพลาย (Multiply) เพื่อทำให้เกิดแสงสะท้อนที่ดูสมจริงประกอบกับการจัดมิติของภาพให้ดูมีความลึก Camera Lens Blur



รูปที่ 3.21 การซ้อนภาพของฉากใต้ทะเล

3.4.3 การใส่เสียง

เสียงสำหรับแอนิเมชันเรื่องนี้หลัก ๆ จะใช้ในลักษณะของ sound ambient ของท้องทะเล และยังลักษณะของเสียงใต้ท้องทะเลเพื่อให้รู้สึกถึงบรรยากาศ ตลอดจน Foley เพื่อเพิ่มความรู้สึกในลักษณะของเสียงชนที่มีการสะท้อนในบรรยากาศใต้น้ำ และดนตรีในตอนจบเพื่อให้ผู้ชมได้เกิดอารมณ์ ความรู้สึกไปตามเนื้อเรื่องด้วย โดยใช้มาตรฐานระบบเสียงแบบ Digital Stereo

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการผลิตภาพยนตร์แอนิเมชัน

การผลิตสื่อภาพยนตร์แอนิเมชัน 3มิติ เรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทยนั้นมีความน่าสนใจในเรื่องภาพที่นำเสนอในรูปแบบเสมือนจริง เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในใต้ท้องทะเล ทั้งยังต้องการถ่ายทอดอารมณ์ความรู้สึกทั้งภาพและเสียงไปยังผู้ที่รับชมตลอดจนเรื่องราวต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ชมเห็นภาพและเกิดความตระหนักและทำให้เกิดจิตสำนึก ในการช่วยกันรักษาและดูแลธรรมชาติ โดยภาพยนตร์ที่นำเสนอจะแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น

4.1.1 จุดเด่นและจุดด้อย

ภาพยนตร์แอนิเมชัน 3มิติ เรื่อง UNWANTED มีจุดเด่น คือ การใช้เทคนิคของการซ้อนภาพและการสร้างภาพจำลอง 3มิติ เพื่อให้ได้ภาพที่ใกล้เคียงกับสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นใต้ท้องทะเลมากที่สุด รวมถึงบรรยายภาคใต้ท้องทะเลโดยจำลองให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ตลอดจนบรรยายภาคของแสงโดยการใช้เทคนิคของการซ้อนภาพประกอบกับภาพที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม 3มิติ เพื่อให้ได้แสงสะท้อนใต้น้ำที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด ตลอดจนการสร้างโมเดลขยะต่าง ๆ ได้ออกแบบรูปแบบของผิวให้ดูมีคราบสกปรก

จุดด้อย ในเรื่องของเนื้อหาที่น่าสนใจมีเวลาที่สั้นเกินไป ด้วยปัจจัยจำกัดหลายประการ เป็นต้นว่า เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงาน 3มิติ และเทคนิคการซ้อนภาพอาจจะทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานเพื่อให้ได้แสงสะท้อนใต้น้ำที่ดูสมจริง ซึ่งส่งผลในเรื่องการประมวลผลที่ใช้เวลานานในการทำงาน อีกทั้งเรื่องการคำนวณแสงในรูปแบบเสมือนจริงนั้นต้องใช้ความละเอียดในการทำงานและการประมวลผลสูงมาก

4.2 ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ดร.วิภาภรณ์ อรุณพลอด ตำแหน่ง อาจารย์หัวหน้างานประชาสัมพันธ์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์ สำหรับสื่อจากด้านหลังมีการเคลื่อนไหวของขยะทำให้เห็นบรรยากาศ และมีเรื่องราวช่วยสร้างมิติของภาพได้ การเคลื่อนไหวบางจังหวะดูซ้ำไป อยากให้ปลาทุที่ติดในโหลดูโดดเด่นกว่านี้

ดร.ธนิพรรณ โชติกเสถียร ตำแหน่ง อาจารย์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ความเชี่ยวชาญ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ทัศนศิลป์ แอนิเมชัน ออกแบบและดิจิทัลมีเดีย เนื้อเรื่องมีความน่าสนใจ ตื่นเต้น ชวนติดตาม อยากให้มีมุมกล้อง เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและดูตื่นเต้น

4.3 ผลการประเมินโดยกลุ่มตัวอย่าง

สื่อภาพยนตร์แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทยนั้นมีความน่าสนใจในเรื่องภาพที่นำเสนอในรูปแบบเสมือนจริง เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาส่งผลกระทบและถ่ายทอดอารมณ์ความรู้สึกไปยังผู้ชม เพื่อให้เห็นภาพและเกิดความตระหนักงานเกิดจิตสำนึก โดยเนื้อหาทำให้ผู้ชมเข้าใจและเห็นถึงผลกระทบดี โดยผ่านการสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างแล้ว

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง

ประเด็นที่ถาม	คะแนน	แปลผล
ด้านภาพและเทคนิค		
1. ความน่าสนใจ	4.35	ดี
2. ความสวยงาม จาก และตัวละคร	4.51	ดีมาก
3. คนตรีประกอบ	4.22	ดี
ด้านเนื้อหา		
1. มีความน่าติดตาม	4.10	ดี
2. เนื้อหาเข้าใจง่าย	4.55	ดีมาก
3. เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น	4.02	ดี

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ประเด็นที่ถาม	คะแนน	แปลผล
ด้านประโยชน์		
1. เสริมสร้างสำนึกในการทิ้งขยะ	4.06	ดี
2. เป็นประโยชน์ต่อสังคม	4.20	ดี
3. สามารถนำไปใช้เป็นสื่อรณรงค์ได้ดีในระดับใด	4.32	ดี
4. อยากส่งต่อให้ผู้อื่นได้รับชม	4.42	ดี

* เกณฑ์การแปลผลจากคะแนน

4.50 - 5.00 ดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง ดี

2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง พอใช้

1.00 – 1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

สำหรับผลจากกลุ่มผู้ชมชอบในเรื่องความสวยงามของภาพที่เสมือนจริงได้ทึ่งทะเล และตัวละครที่เหมือนจริง รองลงมาในเรื่องของการดำเนินเรื่องได้กระชับ เนื้อหามีความเข้าใจง่ายตรงประเด็นภาพชัดเจน

ปัญหาที่พบในการดำเนินงานวิจัย พบว่าเรื่องระยะเวลาที่น้อยก็การสร้างแอนิเมชัน ที่ต้องการภาพที่เสมือนจริง และยังคงควบคุมคุณภาพในแต่ละตอน และยังรวมไปถึงขั้นตอนการทำ Effect ในเรื่องของแสงได้น้ำที่ใช้นั้นตอนและเทคนิคมากมายอาจจะทำให้ไฟล์มีการประมวลผลที่สูงส่งผลทำให้คอมพิวเตอร์ค้าง

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

5.1.1 ด้านประโยชน์

ภาพยนตร์แอนิเมชันเรื่องนี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในส่วนหนึ่งของการทิ้งขยะมูลฝอยลงสู่ท้องทะเลไทย โดยการนำเสนอเพื่อกระตุ้นจิตสำนึก และตระหนักถึงการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

5.1.2 ด้านเนื้อหา

เนื้อหาแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของขยะมูลฝอยที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตใต้น้ำ อย่างเช่นปลาในแหล่งที่อยู่อาศัยและวางไข่ โดยภาพยนตร์แสดงให้เห็นถึงสภาพผิวน้ำที่มีขยะลอยอยู่มากมาย อีกทั้งยังแสดงให้เห็นถึงสิ่งแวดล้อมใต้ทะเลที่อยู่อาศัยในแหล่งวางไข่ ตลอดจนการสูญเสียในเรื่องของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ด้วย

5.1.3 ด้านเทคนิค

ด้านเทคนิคในเรื่องการสร้างภาพจำลองใต้ท้องทะเล ใช้โปรแกรม MAYA เพื่อสร้างฉากและขยะต่าง ๆ ให้ดูสมจริงมากขึ้นด้วยการ Render Arnold เพื่อให้ภาพออกมาใกล้เคียงภาพบรรยากาศใต้ท้องทะเลให้มากที่สุด ทั้งทางด้านมิติและแสงเงา และเสริมด้วยเทคนิคของการซ้อนภาพเพื่อสร้างแสงสะท้อนใต้น้ำด้วยโปรแกรม Adobe After Effect เพื่อให้ได้แสงที่ส่องสะท้อนจากผิวน้ำลงมาถึงพื้นให้ดูสมจริงมากที่สุด โดยเทคนิคนี้ต้องใช้เวลาและความละเอียดในการทำงาน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับมุมมองภาพ 3 มิติหรือฉากให้ได้มากที่สุด ผลจากเทคนิคนี้ก็ให้ความน่าพอใจกับแสงใต้ท้องทะเลที่เกิดขึ้นได้ดี แต่ก็ใช้ระยะเวลาในการทำงานที่เหมาะสมกับระยะเวลาที่สั้น

5.2 บทสรุป

จากการศึกษาค้นคว้าเรื่องขยะทางทะเลที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ และยังส่งผลกระทบไปถึงระบบนิเวศจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทางด้านธรรมชาติ และสภาวะแวดล้อม ความสำคัญต่าง ๆ ของปัญหาการขาดจิตสำนึกในการทิ้งขยะมูลฝอยลงสู่ท้องทะเลไทย และรวบรวมเรื่องราวตลอดจนรายละเอียดมาพัฒนาเป็นแอนิเมชัน 3 มิติ โดยแทรกเนื้อหาสาระที่ต่าง ๆ ให้เห็นถึงผลกระทบและเกิดความตระหนักจากการเชื่อมโยงสถานการณ์จริงในปัจจุบัน และสื่อแอนิเมชันนี้ยังเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมกระตุ้นเตือนให้มีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติท้องทะเลไทย และหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง รวมไปถึงการเผยแพร่ทางสื่อออนไลน์เพื่อประโยชน์ได้ในวงกว้าง

5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหาการสร้างสื่อแอนิเมชันสามมิติเรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทยนี้ คือความท้าทายในเรื่องของการสร้างบรรยากาศใต้ท้องทะเลให้ออกมาสมจริงที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวของแสงที่เกิดขึ้น ค่าของเงาสะท้อนต่าง ๆ จากผิวน้ำ ค่าความใสของวัตถุทั้งหมดเป็น การคำนวณทางโปรแกรม MAYA ที่สูงมากในการทำงานและระดับของเครื่องที่นำมาทำ ซึ่งจะส่งผลถึงระยะเวลาในการทำงานที่จะต้องใช้ทรัพยากรที่มีมูลค่าที่สูง ตลอดจนเทคนิคการทำงานที่มีการ เช็ดค่าต่าง ๆ มากมายในการให้ดูสมจริง ผู้วิจัยจึงใช้แนวทางในการใช้เทคนิคในการซ้อนภาพเพื่อมาลดขั้นตอนการทำงานและลดการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เท่าที่มีให้เกิดความเหมาะสมตลอดจนทั้งระยะเวลาในการทำงานด้วย ซึ่งให้ผลออกมาที่น่าพอใจเป็นอย่างมาก

ปัญหาทางด้านการเคลื่อนไหวของปลาที่มีรูปร่างต่างไปจากคน และการเคลื่อนไหวการ Rigging ที่เหมาะสมและไม่ยุ่งยากจึงเลือกการทำงานแบบโดยใช้คำสั่ง Nonlinear Deformer ในคำสั่ง Sine ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของปลา ซึ่งให้ลักษณะของการเคลื่อนไหวได้ดีในระดับที่น่าพอใจโดยมีการใช้งานแบบการกำหนดค่าตัวเลขจึงทำให้สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวแบบเป็นจังหวะของการว่ายน้ำได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยเรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเลไทยโดยการนำเสนอผ่านสื่อแอนิเมชันสามมิติ มีข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาสื่อแอนิเมชันสามมิติได้ในอนาคตที่พอสรุปได้ดังนี้

5.4.1 ภาพยนตร์แอนิเมชันเรื่องนี้ได้สร้างจุดเด่น คือ ทำให้เห็นถึงสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมของทะเลไม่ว่าจะเป็นทั้งผิวน้ำในเรื่องของแพขยะที่เกิดขึ้นจริง และสิ่งแวดล้อมใต้ทะเลที่เกิดขึ้นตลอดจนการสูญเสียดัง ๆ ที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งสะท้อนให้เห็นและเกิดจิตสำนึกในการช่วยกันดูแลท้องทะเลไทย และเห็นถึงทรัพยากรที่มีค่าที่มีความผูกพันกับวิถีความเป็นมาของคนไทยอย่างปลาหู ตลอดจนถึงทรัพยากรต่าง ๆ ของท้องทะเล

5.4.2 การดำเนินการศึกษาวิจัยทางข้อมูล บทความ เอกสารการศึกษาที่เกี่ยวข้องเนื่องด้วยเป็นข้อมูลมลพิษที่เกิดกับท้องทะเลไทยที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ทำให้เกิดผลกระทบที่ใหม่และได้รับความสนใจในปัจจุบัน ทำให้ได้ประโยชน์ในการรวบรวมข้อมูลความรู้ที่กระจุกกระจายทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับแพขยะที่ส่งผลถึงการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำอย่างไรก็ตามเมื่อเนื้อหางานวิจัยนี้เสร็จสิ้นเนื้อหาผลกระทบชีวิตสัตว์น้ำจะครอบคลุมข้อมูลผลกระทบของการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเพียงช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งอนาคตอาจพบผลกระทบที่ร้ายแรงและรุนแรงกว่าที่เป็นอยู่ เพื่อกำหนดรูปแบบผลงานแอนิเมชันให้มีข้อมูลใหม่เสมอ จึงควรมีการศึกษาข้อมูลผลกระทบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาในเรื่องของผลกระทบ และพัฒนาด้านเทคนิคการผลิตแบบภาพยนตร์แอนิเมชัน เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลงานต่อไป

บรรณานุกรม

- กรมประมง. (2553). การประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สืบค้น 25 มีนาคม, 2562, จาก http://www.mkh.in.th/index.php?option=com_content&view=article&id=65
- กระทรวงคมนาคม. (2545). แผนป้องกันและขจัดมลพิษทางน้ำเนื่องจากน้ำมันแห่งชาติ. สืบค้น 21 มกราคม, 2562, จาก http://gotpemsea.com/frontend/tactics_view.php
- กรมควบคุมมลพิษ. (2560). คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งทั่วประเทศปี 2550-2559 โดยกรมควบคุมมลพิษ. สืบค้น 25 มีนาคม 2562 จาก http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm
- ปราโมทย์ โสจิศุภกร. (2546). ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล. สืบค้น 25 มกราคม, 2562, จาก http://www.mkh.in.th/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=35
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. (2562). ขั้นตอนในการผลิตแอนิเมชัน สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2562, จาก <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=36info04.html>
- ส่วนธรณีวิทยาทางทะเล. (2555). ธรณีวิทยาภาพพื้นทะเลอ่าวไทยตอนบน. สืบค้น 25 มีนาคม, 2562, จาก www.geothai.net/gulf-of-thailand
- สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล. (2555). ธรณีวิทยาอ่าวไทย. สืบค้น 25 มกราคม, 2562, จาก <http://www.geothai.net/gulf-of-thailand>
- มูลนิธิสืบ นาคะเสถียร. (2017). ขยะระเบิดเวลาสิ่งแวดล้อม. สืบค้น 25 มีนาคม, 2562, จาก <https://www.seub.or.th/blogging>

ภาคผนวก
ตัวอย่างแบบสอบถาม



แบบสอบถามเกี่ยวกับแอนิเมชัน 3มิติ

เรื่องผลกระทบจากการทิ้งขยะมูลฝอยสู่ท้องทะเล

**** กรุณาตอบแบบสอบถามเมื่อชม เรื่อง UNWANTED ****

ข้อมูลเบื้องต้น

กรุณากรอกข้อมูลทั่วไปของท่าน

เพศ : ____ชาย ____หญิง

อายุ : _____

*** โปรดรับชมแอนิเมชัน เรื่อง UNWANTED ก่อนทำแบบสอบถาม ***

กรุณาตอบคำถามโดยเลือกหมายเลขที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ดังเกณฑ์ต่อไปนี้

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

โปรดให้คะแนนความพึงพอใจของท่านที่มีต่อแอนิเมชัน เรื่อง UNWANTED ที่ท่านได้รับชมไปในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

ด้านภาพและเทคนิค	5	4	3	5	4
ความน่าสนใจ					
ความสวยงาม ฉาก และตัวละคร					
ดนตรีประกอบ					

ด้านเนื้อหา

มีความน่าติดตาม					
เนื้อหาเข้าใจง่าย					
เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น					
เสริมสร้างจินตนาการ					

ด้านประโยชน์

เสริมสร้างสำนึกในการทิ้งขยะ					
เป็นประโยชน์ต่อสังคม					
สามารถนำไปใช้ป็นสื่อรณรงค์ได้ดีในระดับใด					
อยากส่งต่อให้ผู้อื่นได้รับชม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (ถ้ามี)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ชลัช โกตระอุล
วัน เดือน ปีเกิด	13 พฤศจิกายน 2522
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชา Computer Information Management, 2543 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต , 2562
ที่อยู่ปัจจุบัน	97/156 โครงการพฤษภาบุรี(เฟส2) ถ.สุวินทวงศ์ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510
ตำแหน่งปัจจุบัน	Senior Creative Designer

