บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการคัดเลือกเรือเพื่อทำการวิจัย ข้อมูลเรือประมงในพื้นที่ การติดตั้งและใช้งานหลอดไฟฟ้าชนิดดั้งเดิม รวมถึงหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำด้วยหลอดไฟฟ้า LED โดยมีหัวข้อ ดังนี้

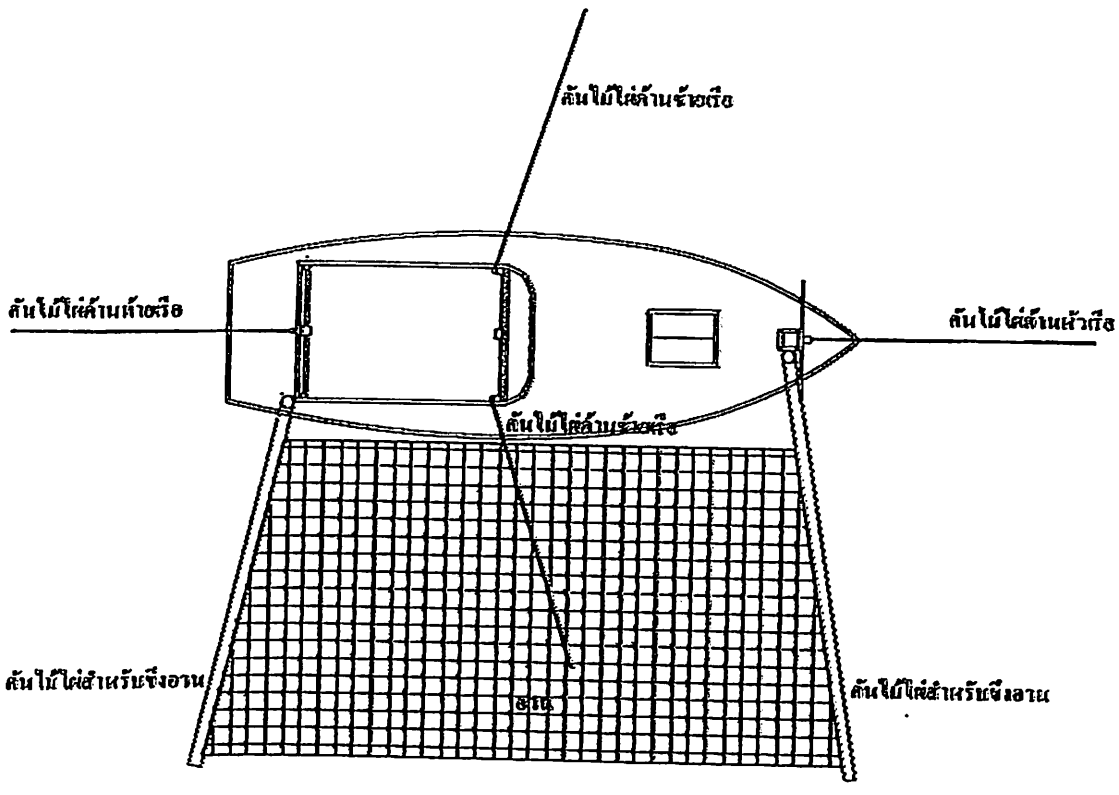
1. การคัดเรือเรือประมง
2. การทดสอบหลอดไฟฟ้า HID
3. การจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อใช้หลอดไฟฟ้า HID
4. แนวคิดการออกแบบการส่องสว่างจากหลอดไฟฟ้า LED
5. การออกแบบการส่องสว่างด้วยหลอดไฟฟ้า LED
6. การทดสอบหลอดไฟฟ้า LED
7. การจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อใช้หลอดไฟฟ้า LED
8. การออกแบบการติดตั้งหลอดไฟฟ้า LED กับเรือประมง

3.1 การคัดเลือกเรือประมง

เนื่องจากการทำประมงโดยใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำที่ใช้เครื่องมือทำประมงประเภทอวนครอบในการทำประมง แต่ละพื้นที่จะใช้รูปแบบและวิธีการทำประมงที่ใกล้เคียงกันโดยใช้วิธีการเปิดไฟเพื่อล่อสัตว์น้ำ เมื่อพบว่ามีสัตว์น้ำเข้าใกล้ลำเรือจึงจะดับไฟลดลงเพื่อให้สัตว์น้ำว่ายเข้ามาบริเวณผิวน้ำใกล้กับครอบครอบมากขึ้น หลังจากนั้นจึงปล่อยอวนครอบสัตว์น้ำแล้วรีบกว้านสายมานรูดปิดด้านล่างผืนอวนทันที ซึ่งเป็นวิธีการและรูปแบบเดียวกันในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกพื้นที่จังหวัดชลบุรี เป็นพื้นที่ในการดำเนินการวิจัย

3.1.1 ข้อมูลเรือประมง

การทำประมงโดยใช้แสงไฟล่อสัตว์น้ำในพื้นที่อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี จะใช้เครื่องมืออวนครอบ โดยเรือประมงมีขนาดตั้งแต่ 6 - 20 เมตร นิยมใช้เครื่องที่ดัดแปลงจากเครื่องยนต์ในการขับเรือ ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้มี ขนาด 90 -150 แรงม้า ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 - 2 เครื่อง มีกำลังไฟฟ้ารวม 3 - 30 กิโลวัตต์ หลอดไฟฟ้า ขนาด 500 – 1,500 วัตต์ จำนวน 6 - 52 ดวง ติดตั้งที่ คันไม้ไผ่มีทั้งหมด 4 ด้าน ของลำเรือคือ ด้านหัวเรือ ด้านซ้าย ด้านขวา และท้ายเรือ โดยเรือประมงมีขนาดไม่เกินกว่า 12 เมตร ส่วนใหญ่มีเครื่องเอคโค่ ซาวเดอร์และวิทยุสื่อสารอุปกรณ์ที่สำคัญๆ อุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ คันไม้สำหรับขึงอวน 1 คู่ มีความยาวมากกว่าความยาวเรือ 1 - 4 เมตร ลักษณะหัวเรือท้ายเรือที่มีลักษณะคล้ายกัน ทวนหัวเอนและยื่นสูงขึ้นมา โดยทวนท้ายตั้งตรงยืนสูงขึ้นไป บริเวณกลางลำผายออก ติดตั้งเก๋งท้ายสูงกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเรือ มีขนาดความยาวตั้งแต่ 6 - 14 เมตร ดังภาพประกอบที่ 3.1

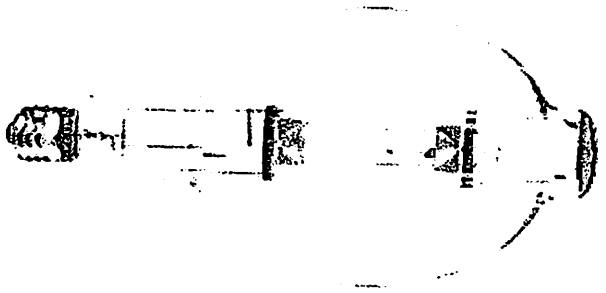


ภาพประกอบที่ 3.1 ส่วนประกอบของคันไม้ไผ่ภายในเรือประมงประเภทอวนครอบ

3.1.2 หลอดไฟฟ้าภายในเรือประมง

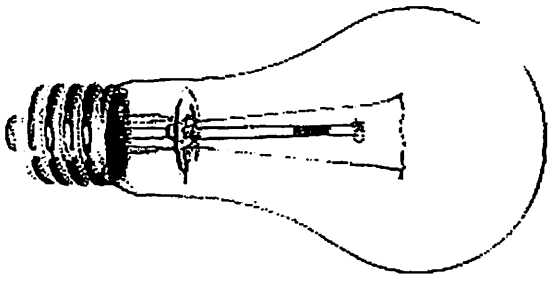
จากการสำรวจเรือประมงและสอบถามการใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อล่อสัตว์น้ำในพื้นที่อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่จะใช้ชนิด หลอดไฟฟ้าคายประจุในก๊าซ (Gas Discharge Lamp) ประเภทหลอดไฟฟ้าก๊าซดิสชาร์จความเข้มสูง (High Intensity Discharge Lamp ; HID) ได้แก่หลอดไฟฟ้า Metal halide และหลอดไฟฟ้า Incandescent ขนาดกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 400 วัตต์ จนถึง 1,500 วัตต์ โดยมีลักษณะการใช้งานของหลอดไฟฟ้าดังนี้

1. หลอดไฟฟ้า Metal Halide Lamp รูปทรงโบลิ่งเป็นหลอดไฟฟ้าที่ใช้เป็นส่วนมากในเรือประมงมีขนาดตั้งแต่ 400 – 1,000 วัตต์ ใช้สำหรับเปิดเพื่อล่อสัตว์น้ำเท่านั้น ดังนั้นการใช้งานหลอดไฟฟ้าชนิดนี้จึงมีชั่วโมงการใช้งานมากที่สุด สำหรับสีของแสงไฟที่ใช้ในการล่อสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะใช้เป็นสีเขียวมากกว่าร้อยละ 90 ของจำนวนหลอดไฟฟ้าชนิดนี้ที่ติดตั้งภายในเรือรองลงมาคือสีขาว ภาพประกอบที่ 3.2 แสดงลักษณะของหลอดไฟฟ้า Metal Halide Lamp ที่ใช้สำหรับล่อสัตว์น้ำ



ภาพประกอบที่ 3.2 หลอดไฟฟ้า Metal Halide Lamp

2. หลอดไฟฟ้า Incandescent Lamp ดังภาพประกอบที่ 3.3 เป็นหลอดไฟฟ้าที่ใช้ภายในเรือมีจำนวนไม่มากโดยส่วนใหญ่จะใช้หลอดไฟฟ้าขนาด 400 - 500 วัตต์ ติดตั้งผสมกับหลอดไฟฟ้า Metal Halide Lamp ลักษณะการใช้งานใช้สำหรับเปิดเพื่อล่อสัตว์น้ำเหมือนหลอดไฟฟ้า Metal Halide Lamp สำหรับสีของแสงไฟที่ใช้ในการล่อสัตว์น้ำจะเป็นสีออกทองส้ม(Warm White)

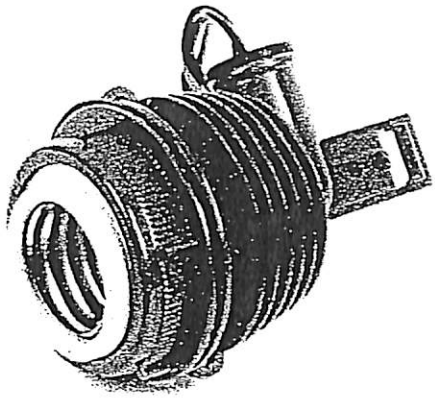


ภาพประกอบที่ 3.3 หลอดไฟฟ้า Incandescent Lamp

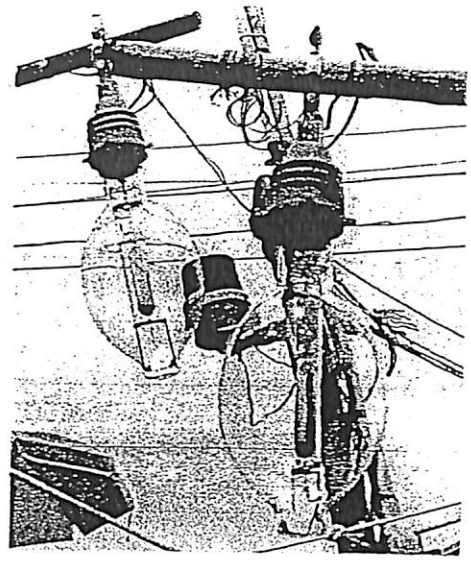
ปัจจุบันเริ่มมีการใช้หลอดไฟฟ้า Metal Halide ขนาด 1,500 วัตต์ มากขึ้นเพราะชาวประมงเชื่อว่าสามารถให้แสงสว่างได้มากและจะสามารถเพิ่มปริมาณการจับสัตว์น้ำได้มากขึ้น ทำให้เกิดการแข่งขันในการทำประมงค่อนข้างสูง โดยจากการสอบถามชาวประมงหากมีกำลังในการจัดซื้อก็จะตัดสินใจเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นขนาด 1,500 วัตต์ มากขึ้น ทั้งนี้พบว่าการใช้หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้ามากขึ้น จะขึ้นอยู่กับขนาดพิกัดการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่จะมีภาระโหลดทางไฟฟ้าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของพิกัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1.3 การติดตั้งหลอดไฟฟ้าภายในเรือ

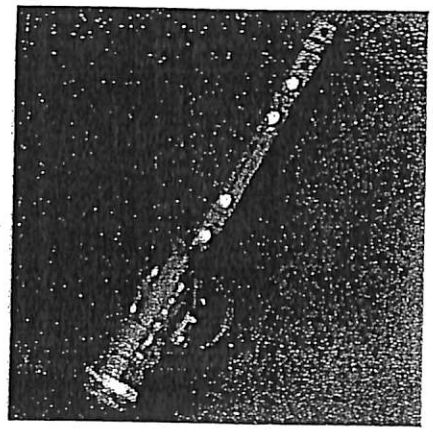
ลักษณะการติดตั้งของหลอดไฟฟ้าที่ใช้ภายในเรือประมงจะติดตั้งโดยใช้ขั้วหลอดไฟฟ้าชนิด E40 ชนิดกันน้ำติดตั้งโดยใช้เหล็กรูเพื่อยึดติดระหว่างขั้วหลอดไฟฟ้ากับลำไม้ไผ่ แต่สำหรับหลอดไฟฟ้า Metal halide Lamp ขนาด 1,500 วัตต์ จะมีชุดขั้วหลอดไฟฟ้าเฉพาะสามารถติดตั้งระหว่างขั้วหลอดไฟฟ้ากับลำไม้ไผ่ได้โดยตรงดังภาพประกอบที่ 3.4



ก.



ข.



ค.

ภาพประกอบที่ 3.4 ลักษณะการติดตั้งหลอดไฟฟ้าของเรือประมง
ก. ขั้วหลอดไฟฟ้า E40 ชนิดกันน้ำ
ข. การติดตั้งขั้วหลอดไฟฟ้า E40 ชนิดกันน้ำกับคันไม้ไผ่
ค. ลักษณะขั้วหลอดไฟฟ้า E27 กันน้ำขนาด 1,500 วัตต์

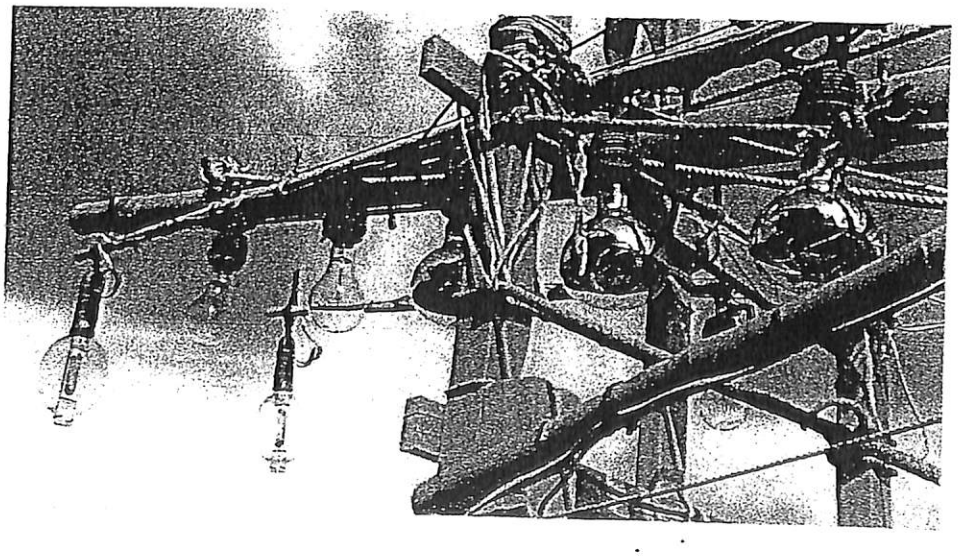
ตำแหน่งการติดตั้งของหลอดไฟฟ้าการติดตั้งหลอดไฟฟ้าเพื่อล่อสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะทำการติดตั้งหลอดไฟฟ้า Metal Halide Lamp ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงไว้ทางด้านปลายของลำไม้ไผ่แต่ละด้านซึ่งมีทั้งหมด 4 ด้าน เพื่อให้แสงไฟสามารถกระจายไปได้ไกลที่สุดโดยมีลักษณะการวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้าดังนี้

- คันไม้ไผ่ด้านหัวเรือและด้ายท้ายเรือ จะติดตั้งหลอดไฟฟ้าชนิด Metal Halide Lamp (Green) และ Incandescent Lamp (Warm White)ที่คันไม่ไผ่ด้านหัวเรือตั้งแต่ 2 – 6 หลอด ขนาดกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 400 – 1,500 วัตต์ โดยมีระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้าที่ 40 – 90 เซนติเมตร

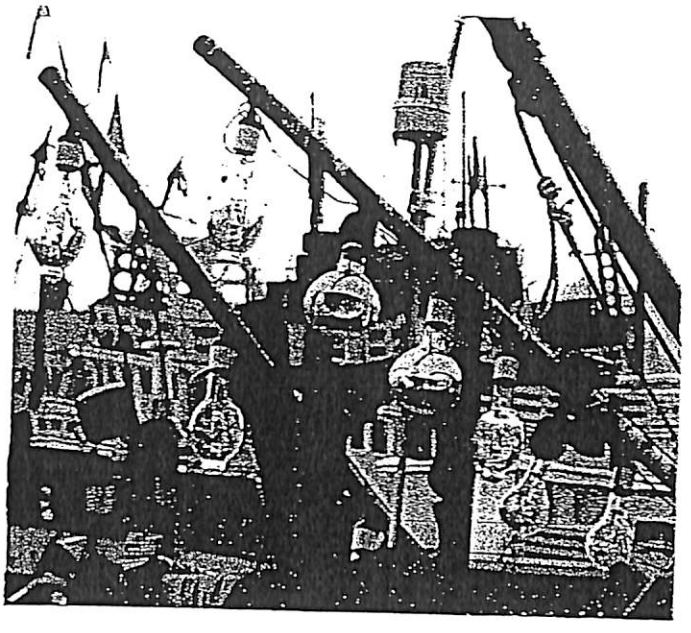
- คันไม้ไผ่ด้านซ้ายของเรือจะติดตั้งหลอดไฟฟ้าชนิด Metal Halide Lamp (Green) และ Incandescent Lamp (Warm White) ที่คันไม่ไผ่ด้านซ้ายเรือตั้งแต่ 4 - 8 หลอด ขนาดกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 400 – 1,500 วัตต์ โดยมีระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้าที่ 40 – 60 เซนติเมตร

- คันไม้ไผ่ด้านขาวของเรือจะเป็นด้านที่มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้ามากที่สุด เนื่องจากเป็นฝั่งที่จะทำการครอบอวน โดยติดตั้งหลอดไฟฟ้าชนิด Metal Halide Lamp(Green), Incandescent Lamp (Warm White) ที่คันไม่ไผ่ด้านขวาตั้งแต่ 6 - 12 หลอด ขนาดกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 400 – 1,500 วัตต์ และ Mercury Lamp(White) ตั้งแต่ 2 - 4 หลอด ขนาดกำลังไฟฟ้า 500 วัตต์ เนื่องจากมีจำนวนหลอดไฟฟ้ามากดังนั้นระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้าจะอยู่ที่ 30 – 50 เซนติเมตร

ลักษณะตำแหน่งของการติดตั้งหลอดไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้าภายในเรือประมง ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของเจ้าของเรือประมงเป็นสำคัญ ซึ่งมีไม่รูปแบบที่แน่นอนโดยการที่วางตำแหน่งของหลอด Incandescent Lamp ร่วมกับหลอดไฟฟ้า Metal Halide Lamp นั้นจากการสอบถามชาวประมงไม่มีนัยสำคัญ เป็นเพียงการติดตั้งตามรูปแบบที่เคยทำตามๆ กันมาเท่านั้นสำหรับหลอดไฟฟ้า Mercury Lamp(White) จะใช้เฉพาะสำหรับการครอบหมึกเท่านั้น รูปแบบตำแหน่งติดตั้งหลอดไฟฟ้าของเรือประมงดังภาพประกอบที่ 3.5



ก.



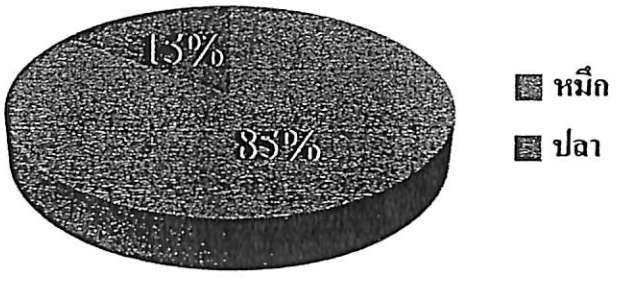
ข.

ภาพประกอบที่ 3.5 ลักษณะตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้าของเรือประมง
ก. ลักษณะตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้า
ข. ลักษณะตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้า

3.1.4 ปริมาณการจับสัตว์น้ำ

ในหัวข้อนี้เป็นการนำเสนอปริมาณการจับสัตว์นำโดยใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์นำประเภทเครื่องมืออวนครอบในพื้นที่ อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี ซึ่งการทำประมงรูปแบบนี้จะเริ่มทำประมงในคืนเดือนมืดหรือข้างแรมเท่านั้น เนื่องจากสามารถทำให้มีแสงสว่างจากเรือได้มากที่สุด โดยไม่มีแสงจากดวงจันทร์มาช่วยลดทอนปริมาณแสงไฟจากเรือ จากการสอบถามรูปแบบการทำประมงจากชาวประมงในพื้นที่อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี พบว่าการทำประมงโดยใช้เครื่องมืออวนครอบจะทำประมงเฉลี่ยเดือนละไม่เกิน 20 วัน โดยแต่ละวันจะใช้เวลาการทำประมง 8-10 ชั่วโมง การครอบหมึกแต่ละวัน จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการตัดสินใจของชาวประมงว่าจะครอบหมึกได้เมื่อไร โดยแต่ละรอบการครอบนั้นอาจใช้เวลา 1 – 3 ชั่วโมง หรืออาจมากกว่านั้น การทำประมงแต่ละวันปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้มีปริมาณไม่แน่นอนอาจมีตั้งแต่ 10 กิโลกรัม จนถึง 100 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับสถานที่ทำประมง ความชุกชุมและฤดูกาลโดยช่วงที่ทำประมงดีที่สุดอยู่ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – ตุลาคม จากสอบถามชาวประมงถึงสัดส่วนของสัตว์น้ำที่จับได้พบว่า

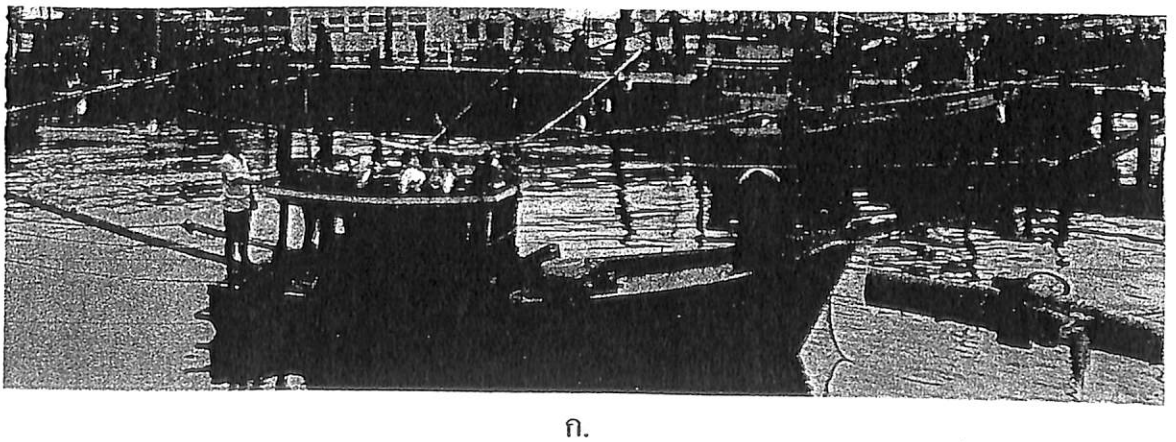
ปริมาณของหมึกจะมีสัดส่วนที่มากกว่าปลาโดยมีสัดส่วนประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ทั้งหมด และปริมาณการจับปลามีสัดส่วนเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการจับสัตว์น้ำทั้งหมด ดังภาพประกอบที่ 3.6 แสดงสัดส่วนสัตว์น้ำที่จับได้โดยเครื่องมือประมงอวนครอบจากการทำประมงโดยใช้หลอดไฟฟ้า HID



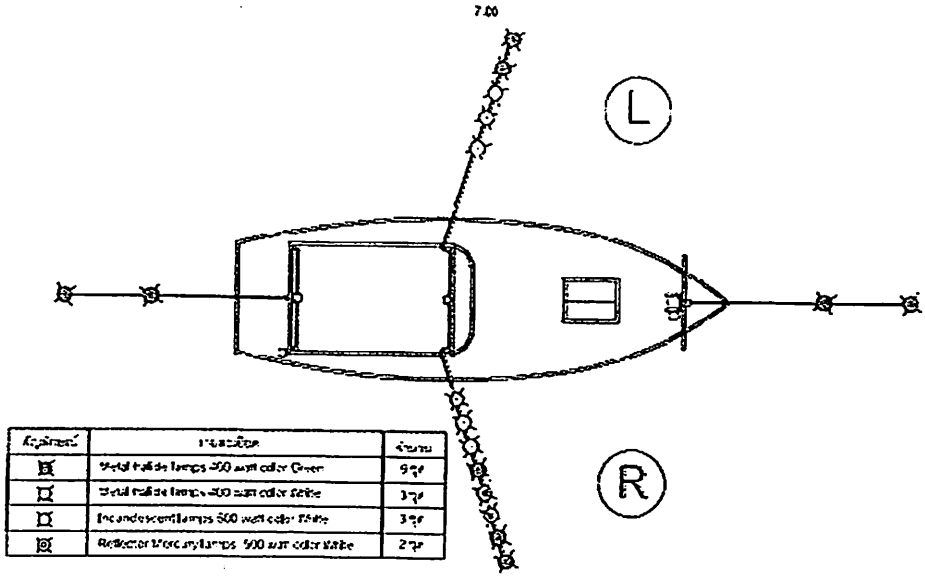
ภาพประกอบที่ 3.6 สัดส่วนการจับสัตว์น้ำ

3.1.5 เรือประมงที่ใช้ในการทดสอบ

เรือประมงที่ใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำประเภทอวนครอบได้คัดเลือกเรือประมงในพื้นที่ อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ลำโดยมีนายวราห์ ศรีวิรัญ เป็นเจ้าของเรือประเภทครอบหมึกมีความยาว 7 เมตร เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการเดินเรือขนาด 22 แรงม้า มีขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 10 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่องติดตั้งหลอดไฟฟ้าชนิด HID (แสงสีเขียว) ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 12 หลอดหลอดไฟฟ้า HID (แสงสีขาว) ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 3 หลอด และหลอดไฟฟ้า Mercury Lamp(แสงสีขาว) ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 2 หลอดประกอบเข้ากับก้านแขนไม้ไผ่ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.7 โดยเรือลำนี้มีกำลังไฟฟ้าแสงสว่างภายในเรือทั้งหมด 6.7 กิโลวัตต์



ก.

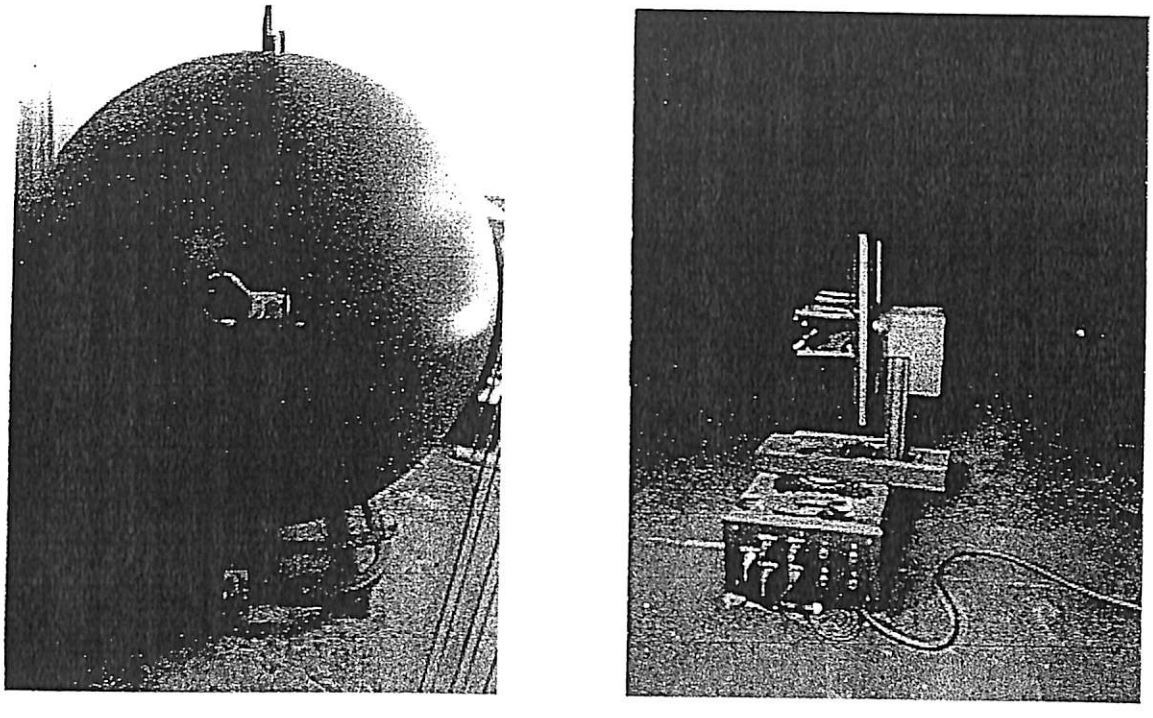


ข.

ภาพประกอบที่ 3.7 เรือประมงสำหรับการทำวิจัยและตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้า HID
ก. เรือประมงที่คัดเลือกเพื่อทำการวิจัย
ข. ตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้า HID ของเรือประมง

3.2 การทดสอบหลอดไฟฟ้า HID

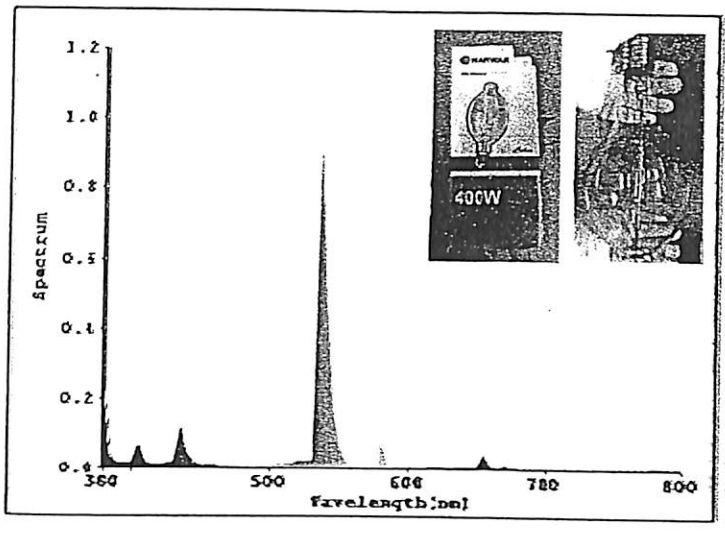
ในหัวข้อนี้ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและทางแสงของหลอดไฟฟ้า HID จากเรือประมงที่คัดเลือก เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพทางไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแสงของหลอดไฟฟ้า HID รวมถึงจำลองค่าความส่องสว่างของเรือประมงจากการติดตั้งหลอด HID ตามตำแหน่งที่ติดตั้งจริงทั้งหมดเพื่อให้ทราบปริมาณรวมถึงทิศทางการกระจายของเรือประมงที่ทำการทดสอบ โดยทำการทดสอบหลอด HID ขนาด 400 วัตต์ และ 500 วัตต์ จากห้องทดสอบทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าของโคมไฟที่ใช้ ความส่องสว่าง ความถูกต้องอุณหภูมิของสี และช่วงความยาวคลื่น จากเครื่องมือวัดค่าคุณลักษณะแสงสว่าง หรือ Integrating SPHERE ภาพประกอบที่ 3.8 ก. และทำการทดสอบการกระจายแสงจากเครื่องมือ Goniophotometer ภาพประกอบที่ 3.8 ข.



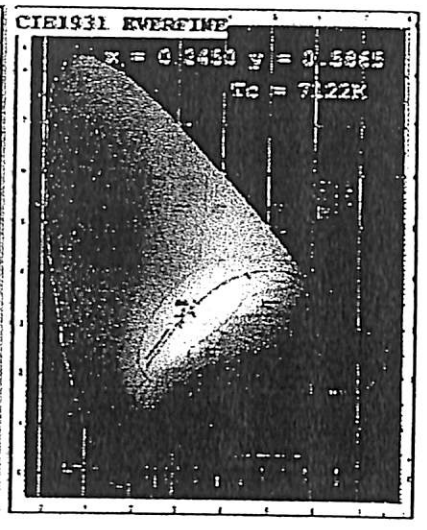
ก. ข.

ภาพประกอบที่ 3.8 เครื่องมือวัดคุณลักษณะแสงสว่างและการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า
ก. เครื่องวัดค่าคุณลักษณะแสงสว่าง หรือ Integrating SPHERE
ข. เครื่องวัดการกระจายแสงของดวงโคม หรือ Goniophotometer

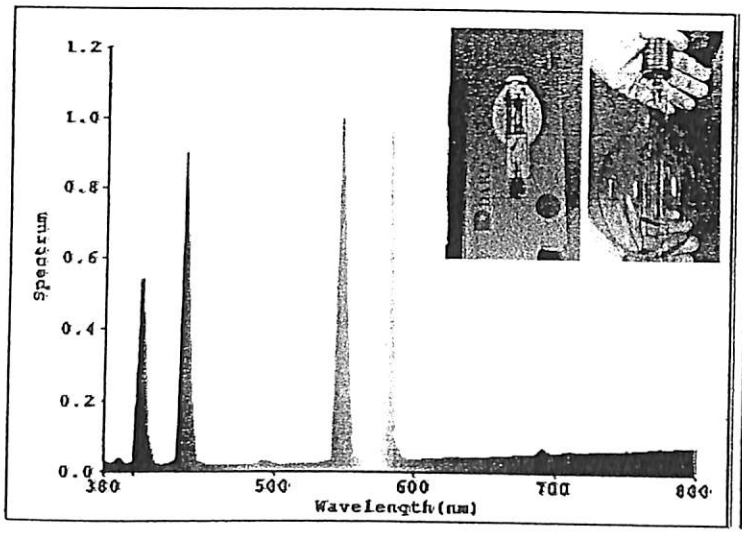
เมื่อทำการทดสอบวัดค่าจากหลอดไฟฟ้า HID 400 วัตต์ พบว่าสเปคตรัม หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีช่วงความยาวคลื่นออกมามากที่สุดที่ความยาว 536 นาโนเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงของแสงที่มองเห็นได้คือแสงสีเขียว ดังภาพประกอบที่ 3.9 ก. และเมื่อนำผลการทดลองมาพล็อตลงในกราฟมาตรฐานระบบ CIE (Chromaticity Coordinate) พบว่ามีค่าอุณหภูมิสีที่ 7,122 เคลวิน ดังภาพประกอบที่ 3.9 ข. ซึ่งอยู่ในช่วงของแสงสีเขียวเช่นเดียวกัน ดังนั้นหลอดไฟฟ้า HID 400 วัตต์ จากผลการทดสอบจึงให้แสงเป็นสีเขียว และเมื่อทำการทดสอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า HID 500 วัตต์ พบว่ามีค่าความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ออกมามากที่สุด 4 ลำดับคือ 545 นาโนเมตร(แสงสีเขียว), 571 นาโนเมตร (แสงสีเหลือง), 465 นาโนเมตร(แสงสีน้ำเงิน) และ 420 นาโนเมตร(แสงสีม่วง)ตามลำดับ ดังภาพประกอบที่ 3.9 ค. และจากการพล็อตค่าลงในกราฟมาตรฐานระบบ CIE (Chromaticity Coordinate) พบว่ามีค่าอุณหภูมิสีที่ 5,186 เคลวิน ดังภาพประกอบที่ 3.9 ง. หลอดไฟฟ้า HID 500 วัตต์ จึงให้แสงสีขาว ซึ่งเกิดจากการผสมสีของแสงที่เปล่งออกมาจากหลายช่วงความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังภาพประกอบที่ 3.9 ผลการทดสอบช่วงความยาวคลื่นไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า HID



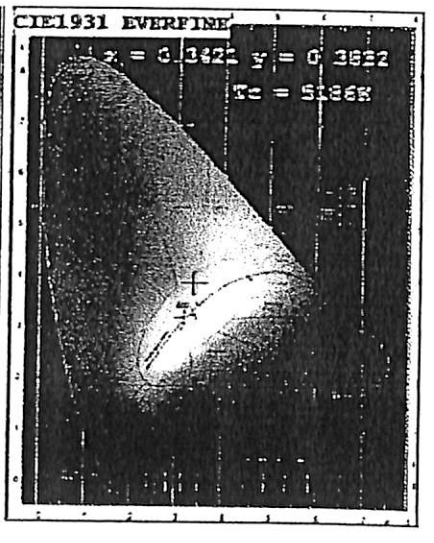
ก.



ข.



ค.



ง.

ภาพประกอบที่ 3.9 ผลการทดสอบช่วงความยาวคลื่นไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า HID 400 วัตต์ และ 500 วัตต์

ก. ผลการทดสอบช่วงความยาวคลื่นไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า HID 400 วัตต์

ข. ไดอะแกรมแสดงปริภูมิสี(Chromaticity Diagram) ของหลอดไฟฟ้า HID 400 วัตต์

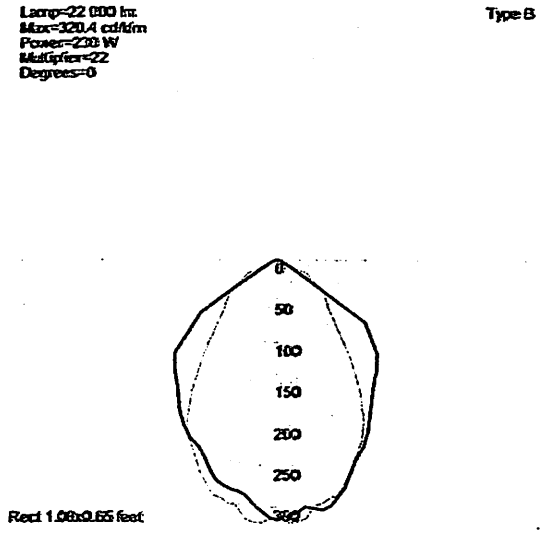
ค. ผลการทดสอบช่วงความยาวคลื่นไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า HID 500 วัตต์

ง. ไดอะแกรมแสดงปริภูมิสี(Chromaticity Diagram) ของหลอดไฟฟ้า HID 500 วัตต์

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแสงของหลอดไฟฟ้า HID

Lamp	VAC	I	P	PF	Flux (lm)	WL (nm)
HID400W	228.5	3.68	364.9	0.43	23,039	536
HID500W	223.8	2.24	469.6	0.93	13,173	571,545,465,420

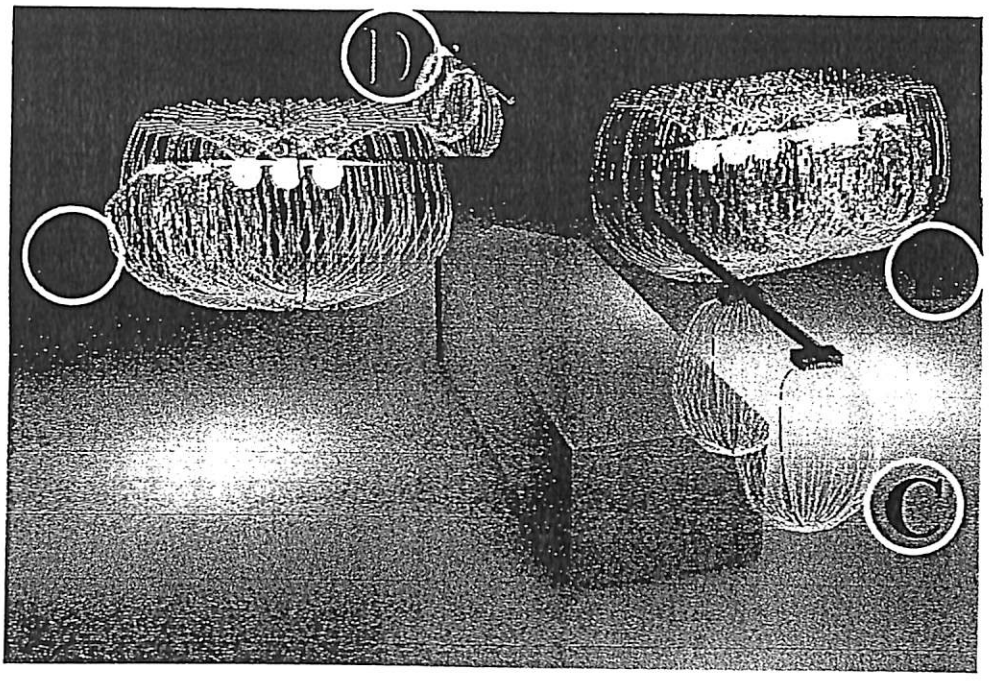
จากตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพทางไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแสงของหลอดไฟฟ้า HID พบว่าหลอดไฟฟ้า HID ขนาด 400 วัตต์ มีกำลังไฟฟ้าของหลอด 369.9 วัตต์ ฟลักซ์ค่าความส่องสว่าง 23,039 ลูเมน และหลอดไฟฟ้า HID 500 วัตต์ มีกำลังไฟฟ้าของหลอด 469.6 วัตต์ ฟลักซ์ ค่าความส่องสว่าง 13,173 ลูเมน ซึ่งภาพประกอบที่ 3.10 จะเป็นลักษณะการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า HID พบว่าลักษณะการกระจายแสงของหลอด HID จะมีการกระจายเป็นวงกว้างที่สุดที่รัศมีการกระจาย 55 องศา ซึ่งค่าความเข้มแสงแต่ละองศาจะมีค่าที่ต่างกันออกไป โดยมีค่ามากที่สุด 320.40 แคนเดลาต่อกิโลลูเมน (cd/Klm)



ภาพประกอบที่ 3.10 ลักษณะการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า HID

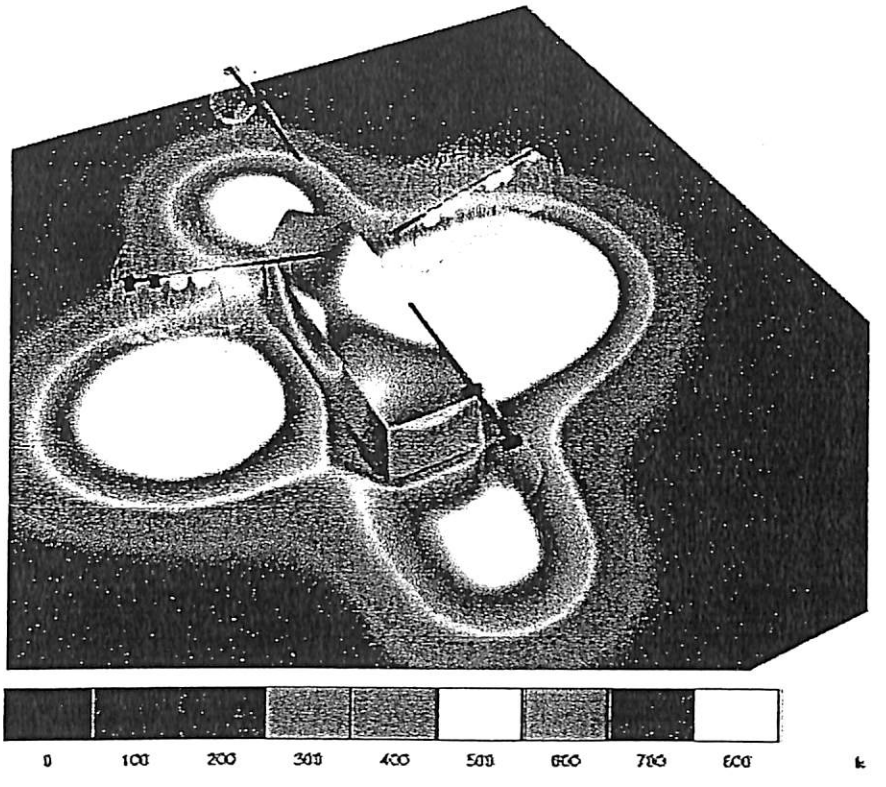
3.3 การจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อใช้หลอดไฟฟ้า HID

เมื่อทราบถึงลักษณะการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า HID แล้วเพื่อให้ทราบปริมาณความสว่างของเรือประมงที่ใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำประเภทอวนครอบทั้งลำ จึงทำการสร้างแบบจำลองเรือประมง(Simulation) และวางตำแหน่งการใช้งานของหลอดไฟฟ้า HID ตามลักษณะการใช้งานจริง เพื่อพิจารณาการกระจายแสงของเรือประมงจากการใช้หลอดไฟฟ้าชนิดเดิม ซึ่งผลการจำลองแสงสว่างของเรือประมงทั้งลำพบว่ามีการกระจายแสงเป็นวงกว้างและเป็นการกระจายไปในทุกทิศทางโดยมีลักษณะการกระจายของเรือประมงดังภาพที่ 3.11 เมื่อพิจารณาถึงการกระจายแสงจากขาไฟด้าน A โดยการวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้าห่างกัน 60 เซนติเมตร และทำการติดตั้งหลอดไฟ HID แสงสีเขียว ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 ชุด หลอดไฟ HID แสงสีขาว ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 ชุด และหลอด Incandescent ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 4 ชุด พบว่าจะมีการกระจายแสงเป็นวงกว้างออกไปในทุกทิศทาง เนื่องจากไม่มีการบังคับทิศทางของแสงซึ่งเส้นแสงมีการทับซ้อนกันทำให้มีความสว่างบริเวณพื้นที่ผิวด้านข้างและด้านบนมาก ขณะที่ขาไฟด้าน B มีการติดตั้งหลอดไฟมากที่สุดเนื่องจากเป็นฝั่งที่ครอบอวน โดยทำการติดตั้งหลอดไฟฟ้า HID แสงสีเขียว ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 3 ชุด หลอดไฟฟ้า HID แสงสีขาว ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 3 ชุด และหลอด Incandescent ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 2 ชุด การวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้าห่างกัน 50 เซนติเมตร พบว่ามีจำนวนเส้นแสงที่เกิดการทับซ้อนกันจำนวนมาก แต่ก็จะมีลักษณะการกระจายแสงเช่นเดียวกันกับขาไฟด้าน A คือมีการกระจายแสงไปในทุกทิศทางรวมถึงส่วนที่อยู่ด้านบนของหลอดไฟฟ้าด้วย สำหรับขาไฟด้าน C และ D ติดตั้งหลอดไฟฟ้า HID แสงสีเขียว ขนาด 400 วัตต์ จำนวนขาละ 2 หลอด โดยวางตำแหน่งห่างกันหลอดละ 80 เซนติเมตร พบว่าเกิดการทับซ้อนของเส้นแสงน้อยที่สุดเนื่องจากมีการติดตั้งหลอดไฟฟ้าจำนวนน้อยและการวางตำแหน่งที่ห่างกันจึงทำให้มีค่าความสว่างของขาไฟทั้ง 2 ด้านน้อยตามไปด้วย ดังภาพประกอบที่ 3.11 เป็นการจำลองการกระจายแสงของเรือประมงที่ใช้หลอดไฟฟ้า HID ซึ่งจากการจำลองค่าความส่องสว่างของเรือประมงที่ใช้หลอดไฟ HID สามารถสรุปได้ว่าลักษณะการกระจายแสงของเรือมีทิศทางการกระจายแสงเป็นวงกว้างโดยที่แสงมีการทับซ้อนกันระหว่างขาไฟในแต่ละด้านและมีการกระจายแสงไปในทุกทิศทาง เนื่องจากการไม่มีการบังคับทิศทางของแสงไฟ ทำให้มีแสงส่วนหนึ่งกระจายแสงไปในทิศทางด้านบนเหนือลำเรือ ซึ่งเป็นส่วนที่สูญเสีย และเป็นส่วนที่ไม่ได้ใช้งานเป็นจำนวนมาก



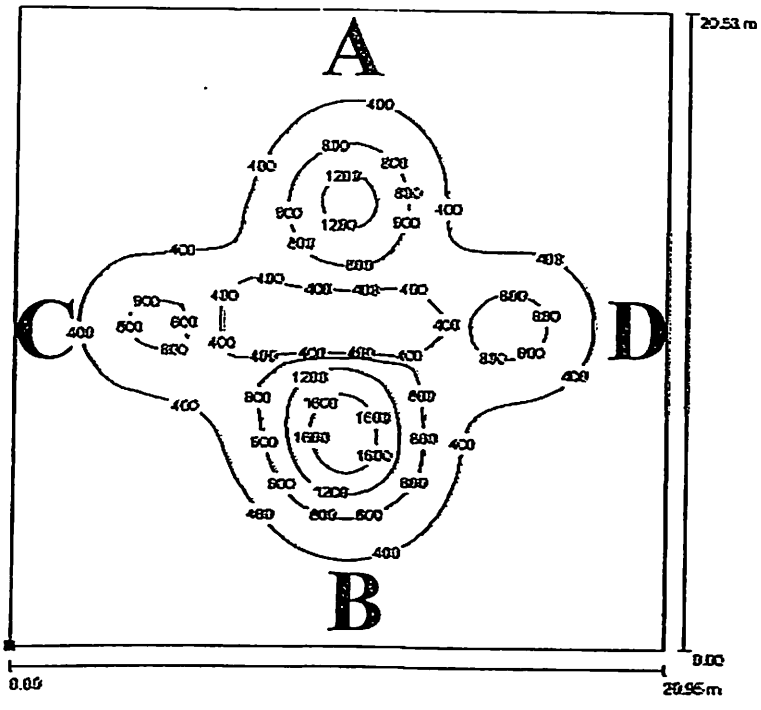
ภาพประกอบที่ 3.11 การจำลองการกระจายแสงของเรือประมงที่ใช้หลอดไฟฟ้า HID

ผลการจำลองแสงสว่างพบว่าการแสดงค่า 3D False Color Rendering หรือการแสดงค่าความสว่างที่เป็นระดับเฉดสีปริมาณความสว่างในแนวระนาบแสดงดังภาพประกอบที่ 3.12 เป็นการนำผลการวางตำแหน่งจากหลอดไฟฟ้าขนาดต่างๆ มาแสดงค่าความสว่าง โดยการเปรียบเทียบกับค่าสเกลของสี มีหน่วยเป็นลักซ์ พบว่าด้านที่มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้ามากที่สุดคือด้าน B จะมีพื้นที่ที่เป็นสีขาวเป็นวงกว้างและมากที่สุด ซึ่งพื้นที่สีขาวตามเกลสีแล้วมีค่าความสว่างที่ 800 ลักซ์หรือมากกว่า โดยในภาพประกอบที่ 3.12 จะแสดงสเกลในส่วนที่เป็นเส้นขอบสีแดงจะมีค่าความสว่างที่ 700-800 ลักซ์ และเส้นขอบสีส้มจะมีค่าความสว่างที่ 600-700 ลักซ์ ตามลำดับ ซึ่งจากภาพประกอบที่ 3.12 จะพบว่าจะมีค่าความสว่างเข้ามาบริเวณกลางเรือเป็นจำนวนมาก เนื่องจากไม่มีการบังคับทิศทางของแสงและหลอดไฟฟ้ามีการกระจายไปในทุกทิศทาง ซึ่งเป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีการสูญเสีย



ภาพประกอบที่ 3.12 การแสดงค่าความสว่าง Lux ที่เป็นระดับเฉดสีในแนวระนาบของเรือประมงเมื่อใช้หลอดไฟฟ้า HID

การกระจายแสงและค่าความส่องสว่างของเรือประมงจากการใช้หลอดไฟฟ้า HID เมื่อเทียบกับพื้นที่ขนาด 20 x 20 เมตร จากมุมมองด้านบน (Top view) ตามภาพประกอบที่ 3.13 การกระจายแสงบริเวณขาไฟด้าน B จะมีค่าความสว่างมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 1,600 ลักซ์หรือมากกว่า และมีการกระจายแสงทับซ้อนกันระหว่างขาไฟด้านอื่นด้วย ซึ่งขาไฟด้าน A จะมีค่าความสว่างเฉลี่ย 1200 ลักซ์ ขณะที่ด้านขาไฟด้าน C และ D จะมีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ 800 ลักซ์หรือมากกว่า โดยที่ขาไฟทั้ง 4 ขานั้นจะมีลักษณะการกระจายของแสงไฟเกิดความทับซ้อนกันและมีความต่อเนื่องของแสงไฟทำให้เกิดความสว่างไปโดยรอบเรือประมง เมื่อวัดค่าระยะการกระจายแสงของเรือประมงที่ใช้หลอดไฟฟ้า HID ปริมาณแสงในแนวระนาบจะมีรัศมีกว้าง 7.5 เมตร สำหรับขาไฟด้าน A ขาไฟด้าน D รัศมี 6 เมตร ขาไฟด้าน C รัศมี 5.5 เมตร และขาไฟด้าน B (ฝั่งอวนครอบ)จะมีรัศมี 9.90 เมตร ซึ่งเป็นด้านที่มีความสว่างมากที่สุด โดยค่าความสว่างเมื่อเทียบกับพื้นที่ขนาด 20x20 เมตร จะมีค่าความสว่างมากที่สุด (Emax) 1,902 ลักซ์ ค่าความสว่างน้อยที่สุด (Emin) 2.53 ลักซ์ และ ค่าความสว่างเฉลี่ย (Eav) 312 ลักซ์



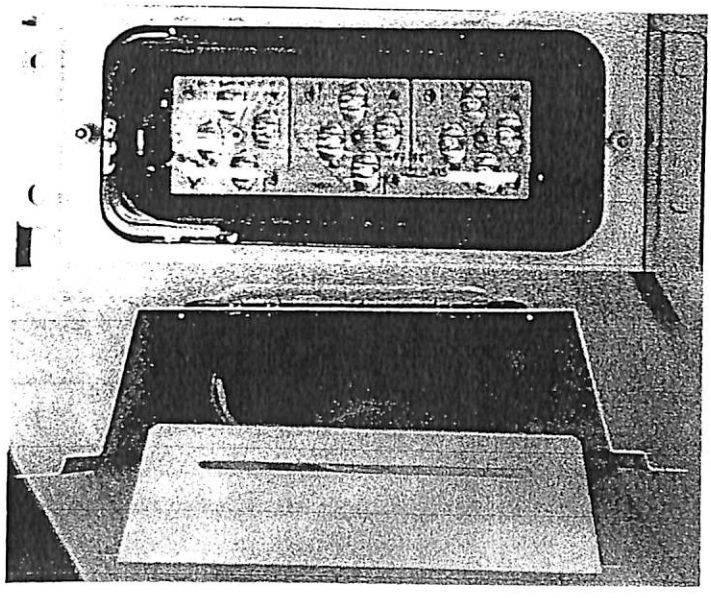
ภาพประกอบที่ 3.13 การกระจายแสงและค่าความสว่างของเรือประมงจากการใช้หลอดไฟฟ้า HID

3.4 แนวคิดการออกแบบการส่องสว่างจากหลอดไฟฟ้า LED

จากพฤติกรรมของปลาหมึกหลายประเภทส่วนใหญ่จะหาอาหารช่วงกลางคืน และผลวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ความเข้มของแสงไฟที่มากสัตว์น้ำจะว่ายอยู่บริเวณริมขอบรอบนอกที่สลัวของแสงไฟ ซึ่งเป็นที่สามารถปรับการมองเห็นได้ดี ดังนั้นการลดการกระจายแสงและความเข้มในแนวระนาบลงน่าจะสามารถทำให้สัตว์น้ำว่ายเข้ามาใกล้ลำเรือมากขึ้น โดยที่หลอดไฟฟ้า HID มีลักษณะการกระจายแสงสว่างไปในทุกทิศทางและเป็นวงกว้าง ซึ่งมีแสงสว่างที่สูญเสียไปในอากาศที่ไม่ได้ใช้งานเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการออกแบบแสงไฟจากการใช้หลอดไฟฟ้า LED จึงคำนึงถึงมุมการกระจายแสงที่ไม่มาก เพื่อลดปริมาณแสงที่สูญเสียไปในอากาศและสามารถให้แสงที่ลงสู่ท้องทะเลได้ปริมาณมากกว่าน่าจะเกิดประโยชน์จากการใช้งานได้สูงสุด จึงได้ใช้หลอดไฟฟ้า LED ที่มีมุมการกระจายแสงไม่มากนัก เพื่อให้สัตว์น้ำสามารถเข้าใกล้ลำเรือได้มากขึ้น โดยคำนึงถึงช่วงความยาวคลื่นแสงที่ใกล้เคียงกับหลอดไฟฟ้า HID เพื่อลดปัจจัยการคลาดเคลื่อนภายใต้การทดลองเดียวกัน

3.5 การทดสอบหลอดไฟฟ้า LED

จากแนวคิดการออกแบบการส่องสว่างจากหลอดไฟฟ้า LED ที่ต้องมีการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้าไม่มากและต้องการลดปริมาณการกระจายแสงในแนวระดับลง เพื่อให้สัตว์น้ำสามารถเข้าใกล้ลำเรือได้ขึ้น จึงทำการคัดเลือกหลอดไฟฟ้า LED ที่มีคุณสมบัติดังกล่าว โดยลักษณะของหลอดไฟฟ้า LED ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.14



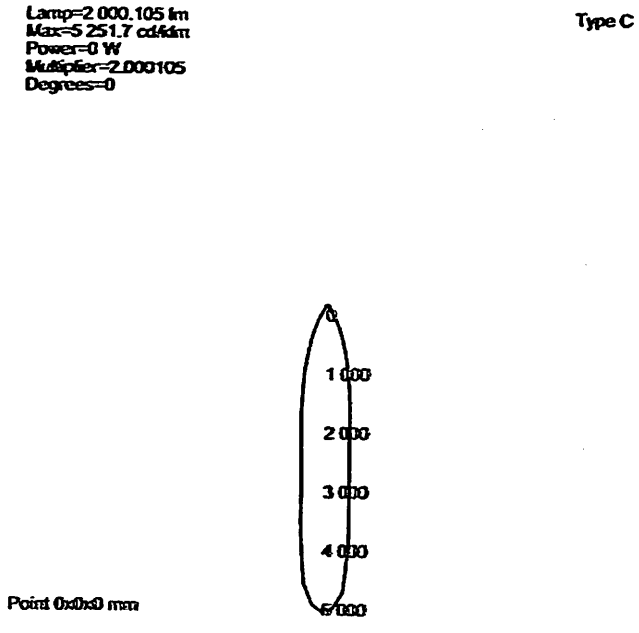
ภาพประกอบที่ 3.14 ลักษณะหลอดไฟฟ้า LED

เมื่อทำการคัดเลือกหลอดไฟฟ้า LED ที่ใช้สำหรับการออกแบบการส่องสว่างแล้ว จึงทำการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและการกระจายแสงจากห้องทดสอบ ทำการทดสอบวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าของโคมที่ใช้ ความส่องสว่าง ช่วงความยาวคลื่น โดยผลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าพบว่าหลอดไฟฟ้า LED ขนาด 25 วัตต์ มีกำลังไฟฟ้าของหลอด 27.53 วัตต์ ฟลักซ์การส่องสว่าง 1,246 ลูเมน ตามตารางที่ 3.2 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแสงของหลอดไฟฟ้า LED

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแสงของหลอดไฟฟ้า LED

Lamp	VDC	I	P	PF	Flux (lm)	WL (nm)
LED 25 W	12	2.29	27.53	1.00	1,246	524

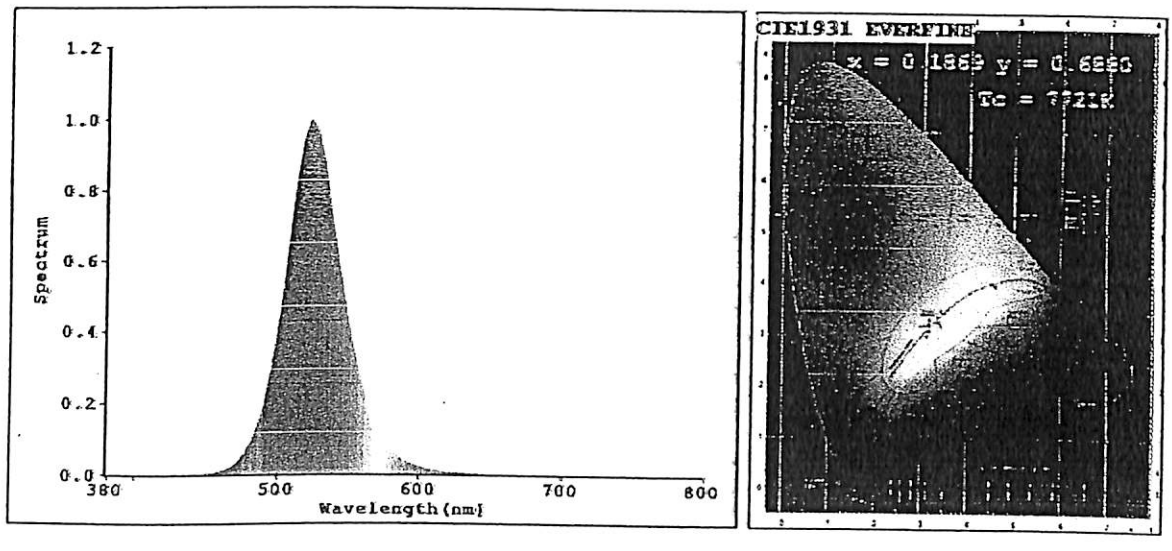
สำหรับผลการทดสอบคุณสมบัติทางแสงจาก Photometric Curve พบว่าการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า LED ขนาด 25 วัตต์ มีการกระจายแสงเป็นมุมแคบ โดยภาพประกอบที่ 3.16 เป็นลักษณะการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า LED พบว่าลักษณะการกระจายแสงของหลอด LED จะมีลักษณะกระจายเป็นวงแคบรัศมีการกระจาย 15 องศา ซึ่งค่าความเข้มแสงแต่ละองศาจะมีค่าที่ต่างกันออกไป โดยมีค่ามากที่สุด 5,251.7 แคนเดลาต่อกิโลลูเมน (cd/Klm)



ภาพประกอบที่ 3.15 ลักษณะการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า LED

เมื่อทำการทดสอบวัดค่าจากหลอดไฟฟ้า LED 400 วัตต์ พบว่าสเปคตรัม หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีค่าความยาวออกมามากที่สุดคือ 524 นาโนเมตร(แสงสีเขียว) เมื่อพิจารณาถึงผลการทดสอบตามภาพประกอบที่ 3.16 ก. พบว่าค่าความยาวคลื่นจะค่อยๆเพิ่มขึ้นในระยะตั้งแต่ 490 นาโนเมตร จนถึง 580 นาโนเมตร ซึ่งจะไล่ระดับการมองเห็นสีในช่วงของการเริ่มต้นและสิ้นสุด

เฉพาะแสงสีเขียวเท่านั้น จะต่างกับการมองเห็นสีของหลอดไฟ HID ที่ในช่วงความยาวคลื่นอาจมีบางช่วงที่มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงสีอื่นปะปนเข้ามาเล็กน้อยสำหรับแสงสีเขียว โดยเฉพาะหากเป็นหลอดไฟฟ้า HID แสงสีขาวจะใช้หลักการในการผสมสีจากการเกิดช่วงความยาวคลื่นในหลายช่วง เพื่อเป็นการผสมสีจนทำให้มองเห็นเป็นแสงสีขาว โดยเมื่อนำผลการทดสอบช่วงความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า LED ขนาด 25 วัตต์ ไปพล็อตค่าลงในกราฟมาตรฐานระบบ CIE (Chromaticity Coordinate) พบว่ามีค่าอุณหภูมิสีที่ มีค่าอุณหภูมิสี 7,721 เคลวิน ดังภาพประกอบที่ 3.16 ข. จะพบว่าหลอดไฟฟ้า LED ให้แสงสีเขียว



ก. ข.

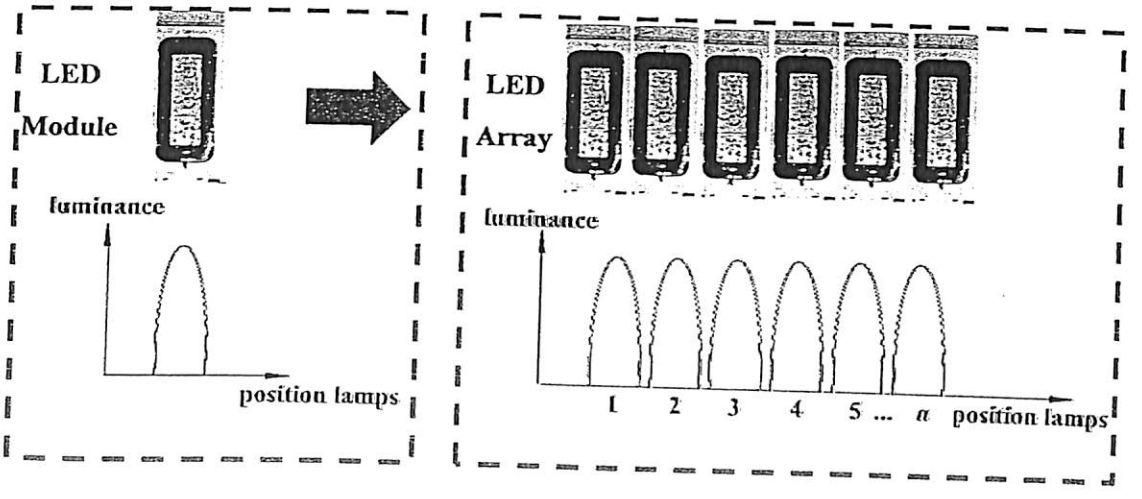
ภาพประกอบที่ 3.16 ผลการทดสอบการทดสอบช่วงความยาวคลื่นไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า LED 25 วัตต์

ก. ผลการทดสอบช่วงความยาวคลื่นไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า LED 25 วัตต์

ข. ไดอะแกรมแสดงปริภูมิสี(Chromaticity Diagram) ของหลอดไฟฟ้า LED 25 วัตต์

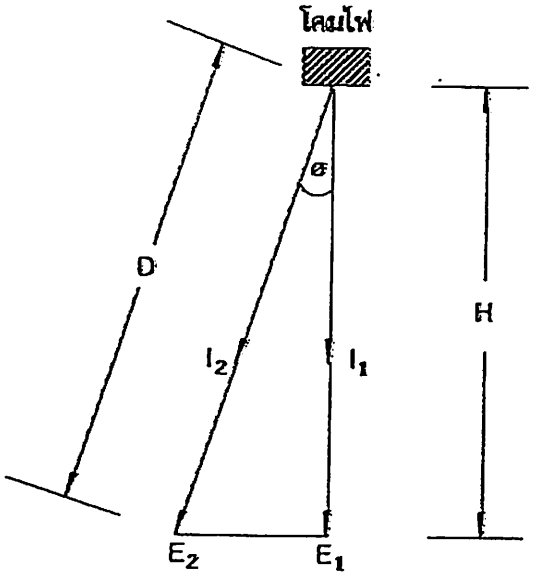
3.6 การออกแบบการส่องสว่างจากหลอดไฟฟ้า LED

จากการทดสอบลักษณะการกระจายแสงของโคมไฟ LED ขนาด 25 วัตต์ที่ให้แสงเป็นมุมแคบและเนื่องจากหมึกจะออกหากินในน้ำลึก 5 – 40 เมตร ดังนั้นแนวคิดในการออกแบบส่องสว่างจึงใช้การรวมแสงที่จำกัดในวงแคบและสามารถลงสู่ท้องทะเลได้มากขึ้น เพื่อลดปริมาณแสงสว่างที่สูญเสียไปในอากาศและไม่ได้ใช้งานและเพื่อให้สัตว์น้ำสามารถเข้าใกล้ลำเรือได้มากขึ้นโดยออกแบบการวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้าให้ใกล้กันเพื่อให้แสงไฟสามารถเกิดการแทบซ้อนกันได้ (Intersection) ดังภาพประกอบที่ 3.17



ภาพประกอบที่ 3.17 การวางตำแหน่งของ LED Module และ LED Array

การหาค่าความสว่างของแสงไฟในแนวดิ่งสามารถหาได้จากการคำนวณแบบจุดต่อจุด (Point by Point Method) เพื่อหาค่าความสว่างในแนวดิ่งตามระดับความลึกของท้องทะเล โดยความส่องสว่างในแนวดิ่งนั้นสามารถหาค่าได้ 2 ลักษณะคือจุดที่อยู่ในแนวดิ่งตั้งฉากกับหลอดไฟฟ้าและจุดที่ห่างจากจุดตั้งฉากหลอดไฟฟ้าตามประกอบภาพที่ 3.18 ซึ่งสามารถหาค่าความส่องสว่างในแนวตั้งฉากกับดวงโคมหาค่าได้จากสมการที่ (3.1) และค่าความส่องสว่างในแนวเฉียงหาค่าได้ตามสมการ (3.2) (มนตรี เงาเดช, 2550)



ภาพประกอบที่ 3.18 การคำนวณค่าความสว่างของแสงไฟในแนวดิ่ง

$$E = \frac{I}{H^2} \qquad (3.1)$$

$$E_2 = \frac{I_2}{D^2}\cos\theta \qquad (3.2)$$

E = ความสว่างในแนวตั้งฉากกับแสงดวงโคม(ลักซ์)

I_1 = ความเข้มแสงในแนวตั้งฉาก (แคนเดลา)

I_2 = ความเข้มแสงในแนวเฉียง (แคนเดลา)

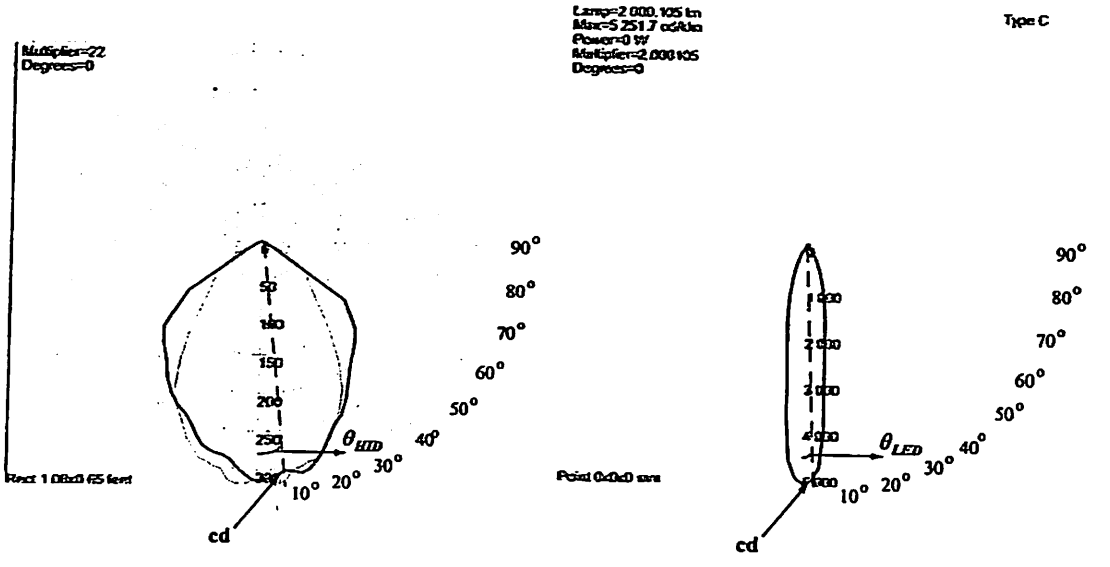
H = ความสูงดวงโคมแนวดิ่งไปยังพื้น (เมตร)

D = ความสูงดวงโคมแนวเฉียงไปยังพื้น (เมตร)

θ = มุมระหว่างความเข้มแสงในแนวตั้งฉากและเข้มแสงในแนวเฉียง(องศา)

การหาค่าแคนเดลา(cd) ของหลอดไฟฟ้าจะพิจารณาจากกราฟการกระจายแสงประกอบโดยหาค่ามุม θ เพื่อหาเส้นตัดแสดงค่าแคนเดลา(cd) โดยที่ระยะห่างการติดตั้งของโคมไฟ HID มี ระยะห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร และสำหรับหลอดไฟฟ้า LED มีระยะห่างการติดตั้ง

20 เซนติเมตร ดังนั้นสามารถหามุม θ เพื่อหาจุดตัดแคนเดลา(cd) ตามกราฟการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้าได้ดังภาพประกอบที่ 3.19



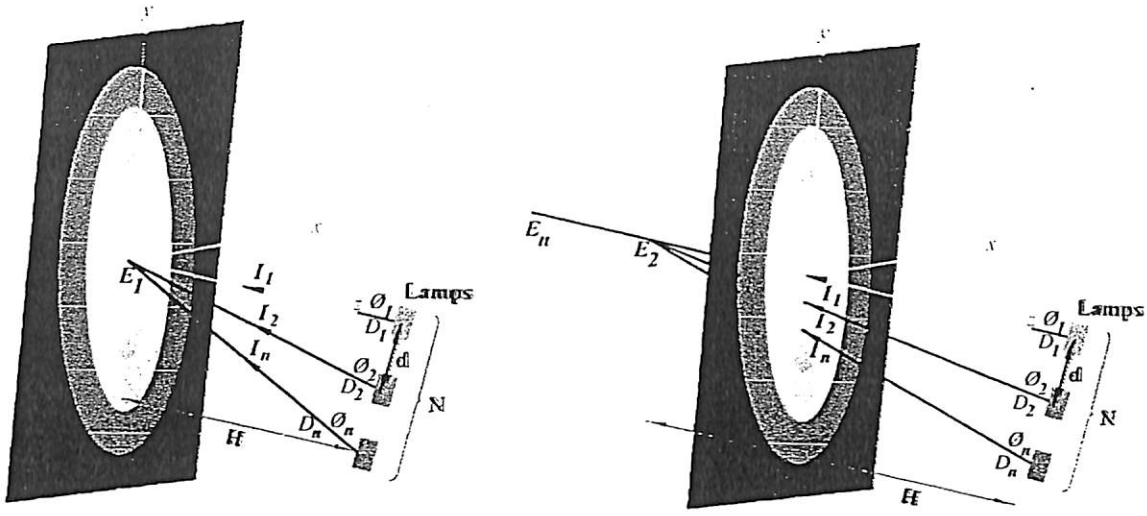
ก. ข.

ภาพประกอบที่ 3.19 การหาค่าแคนเดลา(cd) จากกราฟการกระจายแสง

ก. การหาค่าแคนเดลา(cd) จากกราฟการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า HID

ข. การหาค่าแคนเดลา(cd) จากกราฟการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า LED

จากสมการที่ 3.1 และ 3.2 สามารถคำนวณหาค่าความส่องสว่างในแนวดิ่งของการทำประมงจากการใช้หลอดไฟฟ้า HID และหลอดไฟฟ้า LED ตามระดับต่างๆตั้งแต่ระดับผิวน้ำถึงระดับความลึก 15 เมตร โดยภาพประกอบที่ 3.20 แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความส่องสว่างในแนวดิ่งตามระดับความลึกต่างๆ ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วสามารถสรุปผลการค่าความสว่างในแนวดิ่งได้ตามตารางที่ 3.3 และนำผลการคำนวณมาพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าความส่องสว่างในแนวดิ่งของหลอดไฟฟ้า HID และหลอดไฟฟ้า LED ได้ดังภาพประกอบที่ 3.21



ก. ข.

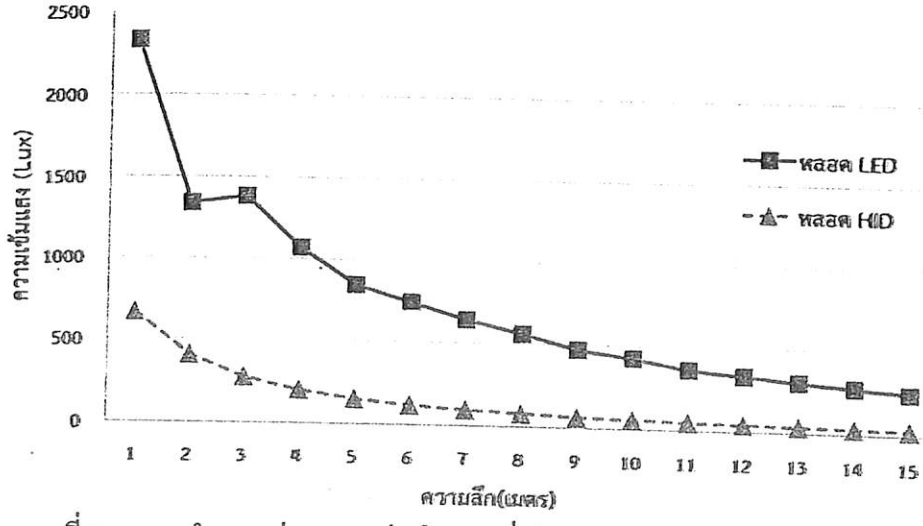
ภาพประกอบที่ 3.20 การหาความส่องสว่างในแนวดิ่ง

ก. การหาความส่องสว่างในแนวดิ่งที่ระดับผิวน้ำ

ข. การหาความส่องสว่างในแนวดิ่งที่ระดับความลึกต่างๆ

ตารางที่ 3.3 ผลการคำนวณค่าความส่องสว่างในแนวดิ่งของการทำประมงโดยใช้หลอดไฟฟ้า HID และหลอดไฟฟ้า LED

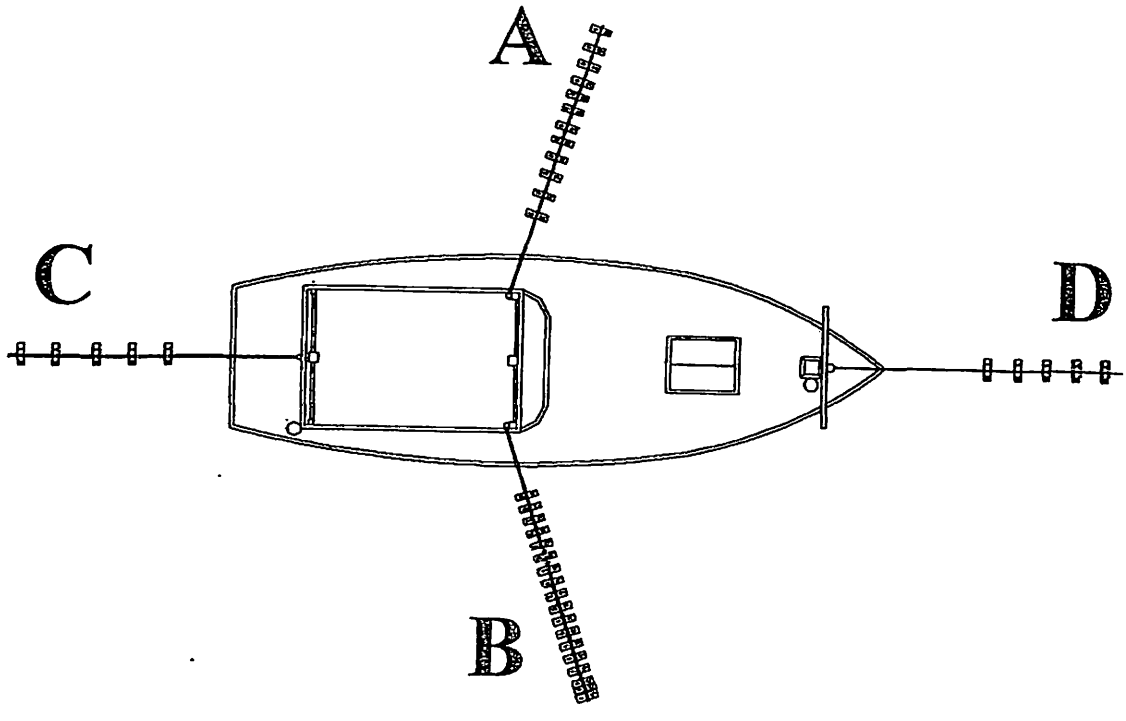
ความลึก(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ความส่องสว่าง HID (Lux)	662	406	275	199	150	117	94	77	64	55	47	41	36	31	28
ความส่องสว่าง LED (Lux)	2,332	1,338	1,382	1,070	845	742	639	559	470	426	364	334	302	274	248



ภาพประกอบที่ 3.21 การคำนวณค่าความสว่างในแนวดิ่งของหลอดไฟฟ้า HID และหลอดไฟฟ้า LED

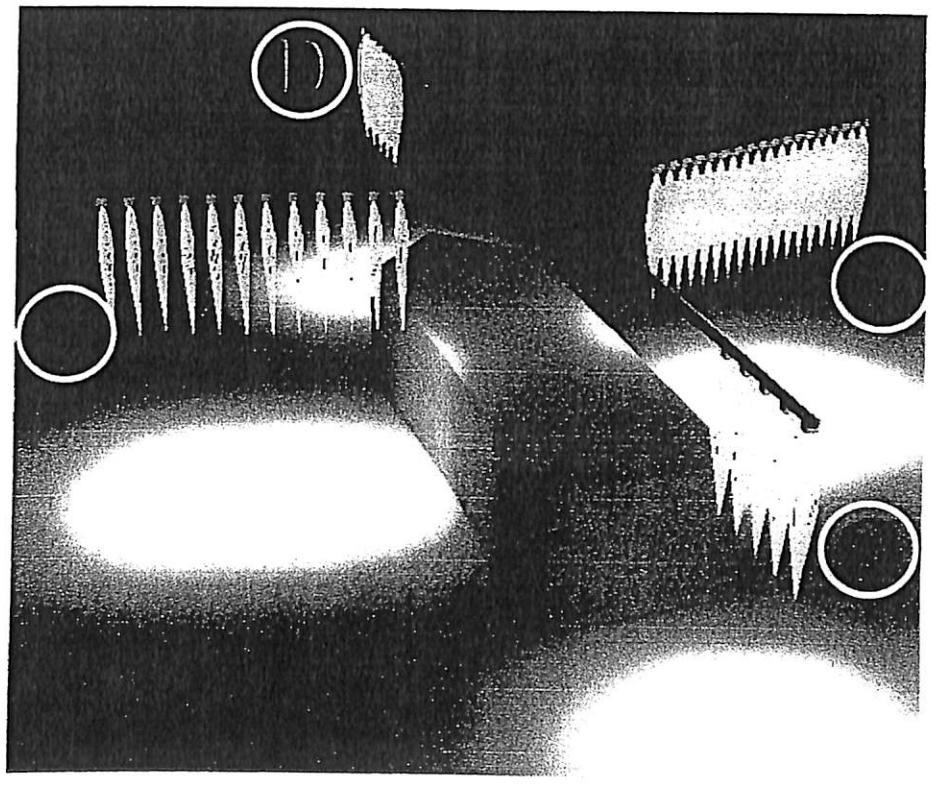
3.7 การจำลองค่าความส่องสว่างเมื่อใช้หลอดไฟฟ้า LED

การออกแบบการกระจายแสงของเรือประมงที่ใช้หลอดไฟฟ้า LED เพื่อล่อสัตว์น้ำ คำนึงถึงขอบไฟสลัวที่มี รัศมีของแสงไม่มาก เนื่องจากต้องการให้สัตว์น้ำเข้าใกล้ขอบไฟที่สลัวและใกล้ลำเรือเพื่อเตรียมครอบสัตว์น้ำได้มากกว่าหลอดไฟฟ้า HID และต้องการให้แส่งไฟลงสู่พื้นน้ำเพื่อลดปริมาณแสงไฟที่สูญเสียไปในอากาศและไม่ได้ใช้งาน โดยออกแบบแสงไฟให้ค่าความส่องสว่างในลักษณะเดียวกับการใช้หลอดไฟฟ้า HID คือให้ขาไฟด้าน B มีความเข้มแสงมากที่สุด เนื่องจากเป็นฝั่งที่ครอบอวน ถัดมาคือขาไฟด้าน A และหัวเรือด้าน D กับท้ายเรือด้าน C ตามลำดับ โดยลดค่าความส่องสว่างเฉลี่ยลงไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จากการใช้หลอดไฟฟ้าชนิด HID ซึ่งผลการออกแบบโดยการจำลองการส่องสว่างของแสงไฟจะใช้หลอดไฟฟ้า LED ขนาด 25 วัตต์ จำนวนทั้งสิ้น 40 หลอด ติดตั้งที่ขาไฟด้าน A 12 ชุด ขาไฟด้าน B (ฝั่งอวนครอบ) 18 ชุด คันขาไฟด้าน D ด้านหน้าเรือและขาไฟด้าน C จำนวนขาละ 5 ชุด จากการคำนวณพบว่าการออกแบบการใช้หลอดไฟฟ้า LED เพื่อให้ได้ปริมาณความสว่างลดลงไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์จากการใช้หลอดไฟฟ้า HID พบว่าจะใช้กำลังไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 1.1 กิโลวัตต์ โดยภาพประกอบที่ 3.22 เป็นการวางตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้า LED



ภาพประกอบที่ 3.22 การวางตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟฟ้า LED กับเรือประมง

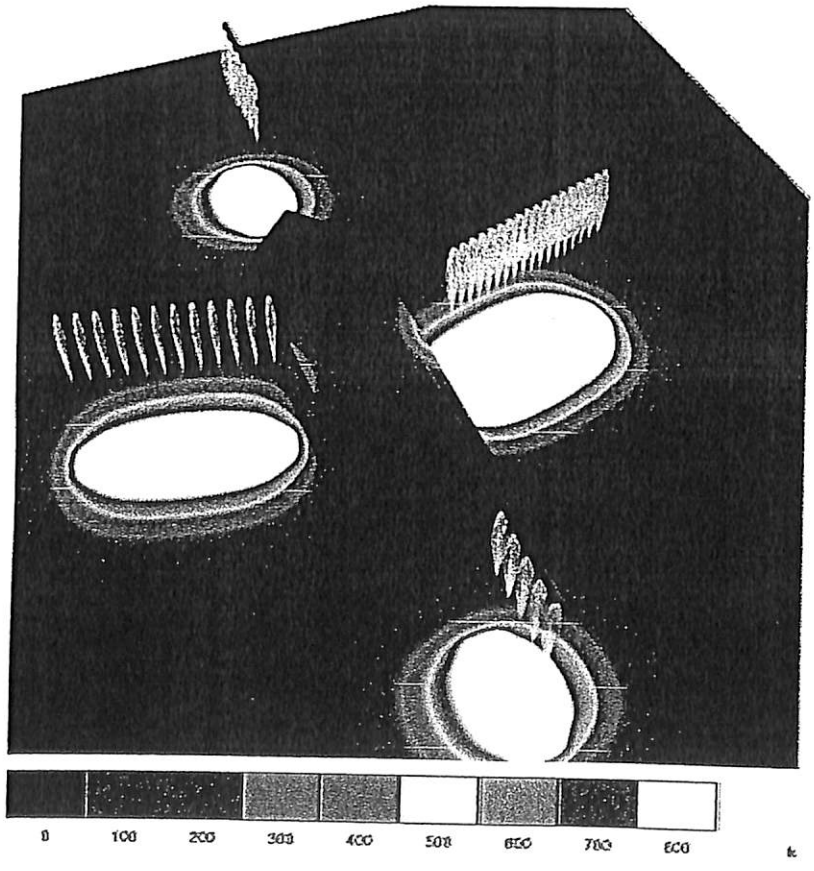
เมื่อทราบตำแหน่งการวางหลอดไฟฟ้าชนิด LED จึงทำการจำลองผลการส่องสว่างของเรือประมง โดยการวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้า LED ห่างกันหลอดละ 20 เซนติเมตร ซึ่งจะต่างกับหลอดไฟฟ้า HID ที่วางตำแหน่งห่างกัน เนื่องจากมุมการกระจายแสงของหลอดไฟฟ้า LED เป็นวงแคบ และเพื่อต้องการให้เกิดการทับซ้อนของแสงไฟซึ่งเป็นการเพิ่มค่าความสว่างของพื้นที่ผิวที่แสงตกกระทบ โดยพบว่าเส้นแสงของหลอดไฟฟ้า LED จะมีทิศทางที่พุ่งลงสู่พื้นผิวด้านล่างเป็นส่วนมาก และไม่มีการกระจายแสงไปในพื้นที่ด้านบนเหนือหลอดไฟเหมือนกับหลอดไฟฟ้า HID ซึ่งทำให้ลดปริมาณการสูญเสียค่าความสว่างที่ไม่ได้ใช้งานจึงไม่จำเป็นต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่มีค่าความสว่างมากเท่ากับการใช้หลอดไฟฟ้า HID ดังภาพประกอบที่ 3.23



ภาพประกอบที่ 3.23 การจำลองการกระจายแสงของเรือประมงที่ใช้หลอดไฟฟ้า LED

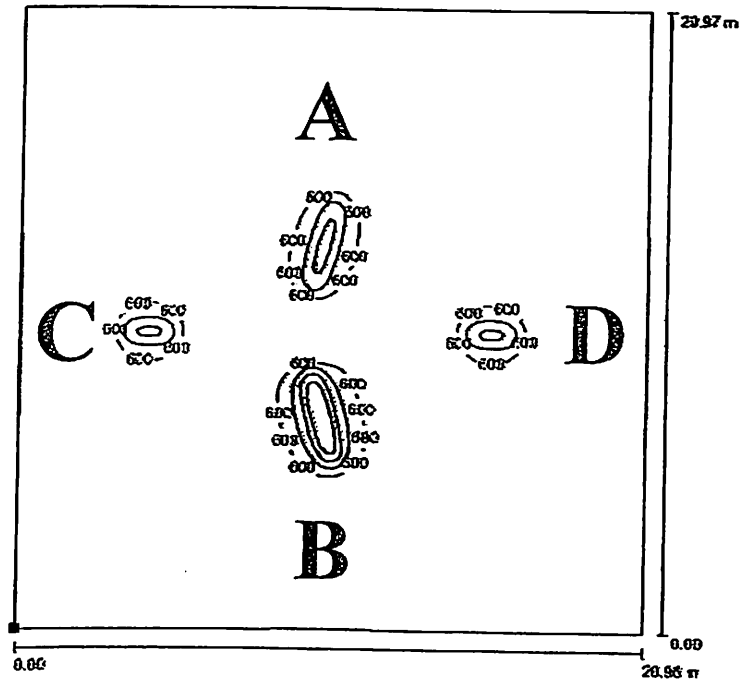
ผลการจำลองแสงสว่างพบว่าการแสดงค่า 3D False Color Rendering หรือการแสดงค่าความสว่าง Lux ที่เป็นระดับเฉดสีปริมาณความเข้มแสงในแนวระนาบแสดงดังภาพประกอบที่ 3.24 เป็นการนำผลการวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้า LED ขนาด 25 วัตต์ มาแสดงค่าความสว่าง โดยการ

เปรียบเทียบกับค่าสเกลของสี มีหน่วยเป็นลักซ์ พบว่าด้านที่มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้ามากที่สุดคือด้าน B จะมีพื้นที่ที่เป็นสีขาวเป็นวงกว้างและมากที่สุดแต่มีขนาดเล็กกว่าการใช้หลอดไฟ HID ซึ่งพื้นที่สีขาวตามเกลสีแล้วมีค่าความสว่างที่ 800 ลักซ์หรือมากกว่า จากสเกลค่าความสว่างตามเฉดสี (ใช้สเกลเดียวกันกับการใช้หลอดไฟฟ้า HID) ซึ่งจากภาพประกอบจะพบว่าค่าความสว่างของขาไฟแต่ละด้านจะไม่เกิดการทับซ้อนและเกิดความต่อเนื่องกันของแสงไฟระหว่างขาไฟแต่ละด้าน เนื่องจากมุมของหลอดไฟฟ้า LED เป็นวงแคบสามารถบังคับทิศทางของแสงได้และต้องการให้แสงลงสู่พื้นที่ผิวมากที่สุดเพื่อลดปริมาณการสูญเสียที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ โดยปริมาณความสว่างที่เข้ามาบริเวณกลางลำเรือก็จะเหลือปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หลอดไฟฟ้า HID



ภาพประกอบที่ 3.24 การแสดงค่าความสว่าง Lux ที่เป็นระดับเฉดในแนวระนาบของเรือประมงเมื่อใช้หลอดไฟฟ้า LED

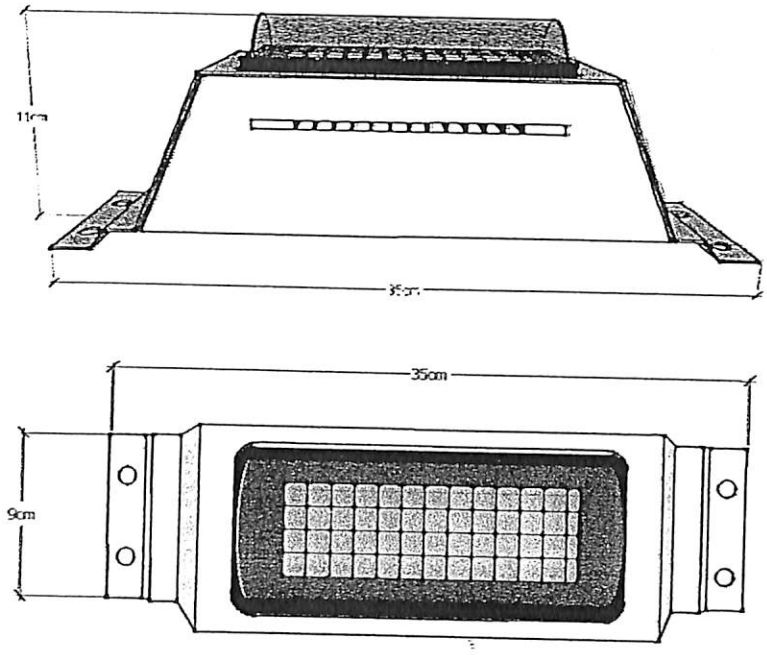
การกระจายแสงและค่าความส่องสว่างของเรือประมงจากการใช้หลอดไฟฟ้า LED เทียบกับพื้นที่ขนาด 20 x 20 เมตร จากมุมมองด้านบน (Top view) โดยการกระจายแสงบริเวณขาไฟด้าน B จะมีค่าความสว่างมากที่สุดเนื่องจากมีการวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้า LED มากที่สุดซึ่งเป็นด้านที่ครอบอวนเช่นเดียวกับการใช้หลอด HID โดยขาไฟแต่ละด้านจะมีค่าเฉลี่ยที่มากกว่า 600 ลักซ์ และมีการกระจายแสงทับซ้อนกันเฉพาะบริเวณของขาไฟแต่ละด้านเท่านั้น ซึ่งจะต่างกับการใช้หลอดไฟ HID ที่ต้องการให้เกิดความต่อเนื่องของแสงไฟเนื่องจากไม่สามารถควบคุมทิศทางของแสงไฟได้ โดยเมื่อวัดรัศมีการกระจายแสงของขาไฟด้าน A จะมีรัศมีการกระจายแสงที่ 4.5 เมตร ขาไฟด้าน A จะมีรัศมีการกระจายแสงที่ 5 เมตร ซึ่งเป็นด้านที่มากที่สุดและขาไฟด้าน C และ D จะมีรัศมีการกระจายแสงที่ 4 เมตร โดยมีค่าความสว่างเทียบกับพื้นที่ขนาด 20x20 เมตร จะมีค่าความสว่างมากที่สุด (Emax) 2,950 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างน้อยที่สุด (Emin) 0.08 ลักซ์ และ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (Eav) 105 ลักซ์



ภาพประกอบที่ 3.25 การกระจายแสงและค่าความสว่างของเรือประมงจากการใช้หลอดไฟฟ้า LED

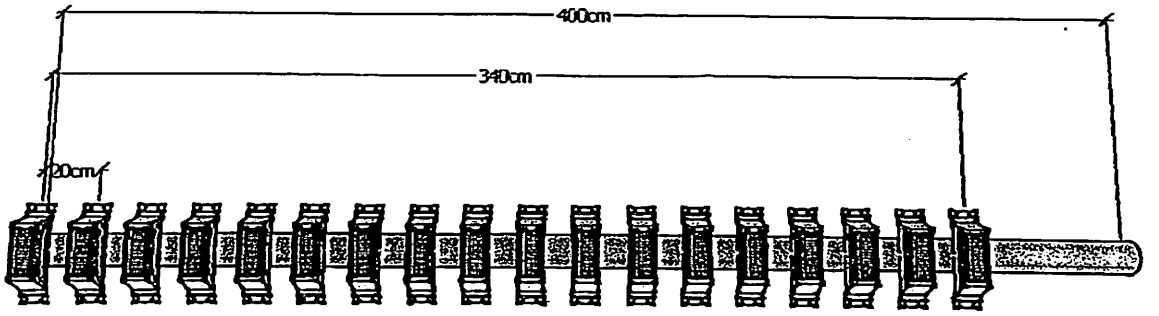
3.8 การออกแบบการติดตั้งหลอดไฟฟ้า LED กับเรือประมง

ตามที่ได้ทำการออกแบบระยะห่างระหว่างหลอดไฟฟ้า LED ให้มีระยะห่าง 20 เซนติเมตร โดยที่ขาไฟมีความยาว 5 เมตร จึงได้ทำการออกแบบการติดตั้งชุดหลอดไฟฟ้า LED กับขาไฟและชุดจับยึดกับเรือประมงโดยชุดหลอดไฟฟ้า LED มีขนาด 9 x 35 x 11 เซนติเมตร ดังภาพประกอบที่ 3.26

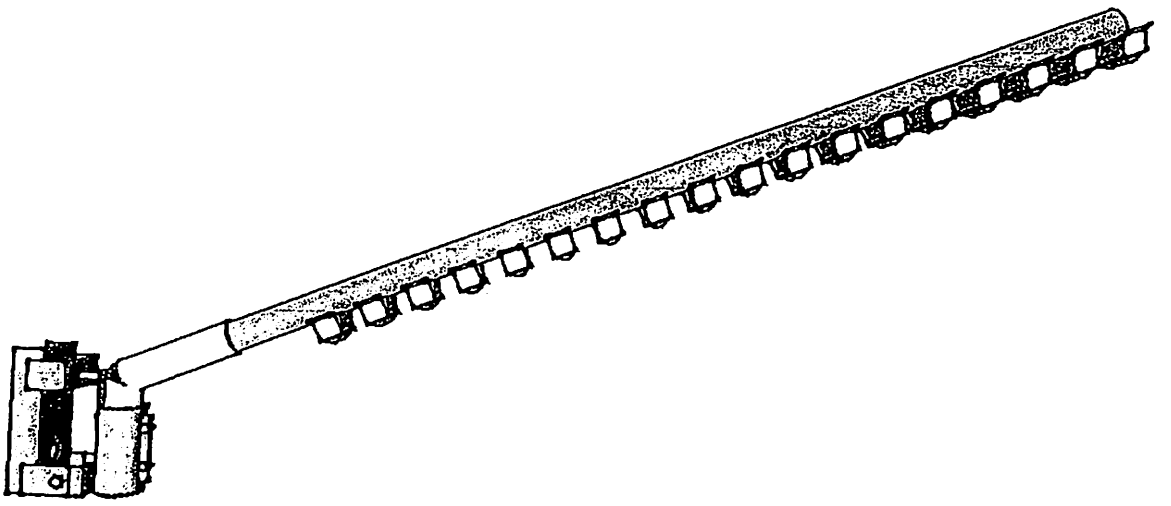


ภาพประกอบที่ 3.26 ชุดหลอดไฟฟ้า LED

จากการวางตำแหน่งของหลอดไฟฟ้า LED ที่ห่างกันหลอดละ 20 เซนติเมตร ดังนั้นสำหรับขาไฟด้าน B ซึ่งเป็นด้านที่มีการติดตั้งหลอดไฟมากที่สุดจะมีระยะการติดตั้งหลอดไฟที่ 340 เซนติเมตร โดยขาไฟหรือคันไม่ไผ่แต่ละด้านจะมีความยาว 4 เมตร ตามภาพประกอบที่ 3.27 และชุดจับยึดขาไฟแต่ละด้านได้ออกแบบโดยการใช้ขาจับกิ่งโคมไฟถนนมาประยุกต์ใช้งานในการจับยึดระหว่างขาไฟทุกด้านกับตัวเรือประมง ดังแสดงตามภาพประกอบที่ 3.28

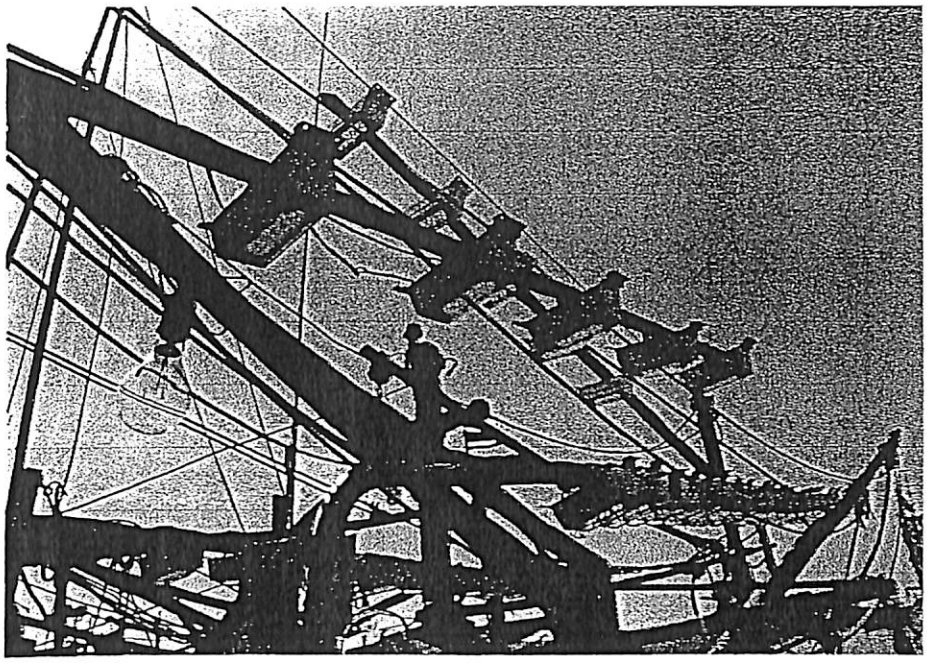


ภาพประกอบที่ 3.27 ชุดหลอดไฟฟ้า LED ติดตั้งบนขาไฟ

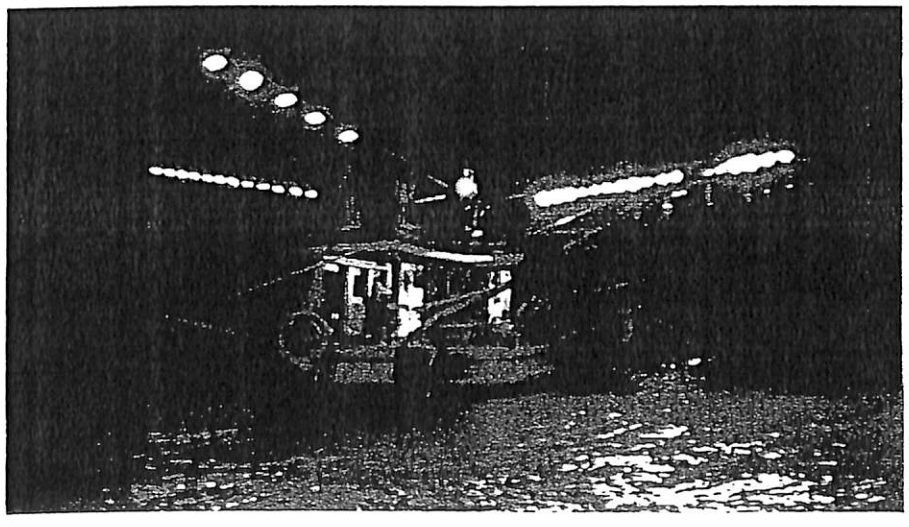


ภาพประกอบที่ 3.28 ชุดขาไฟติดตั้งกับฐานจับยึด

เมื่อทำการออกแบบแล้วจึงได้ทำการติดตั้งชุดขาไฟ LED ทั้ง 4 ด้าน จำนวนหลอดไฟฟ้า LED ขนาด 25 วัตต์ ทั้งหมด 40 ชุด มีกำลังไฟฟ้าทั้งสิ้น 1.1 กิโลวัตต์ โดยมีลักษณะการติดตั้งหลอดไฟฟ้า LED ดังภาพประกอบที่ 3.29 ก. มีลักษณะการทดลองใช้งานโดยการเปิดไฟเพื่อล่อสัตว์น้ำตามภาพประกอบที่ 3.29 ข.



ก.



ข.

ภาพประกอบที่ 3.29 การติดตั้งและแสงสว่างจากเรือประมงเมื่อใช้หลอดไฟฟ้า LED
ก. ลักษณะการติดตั้งหลอดไฟฟ้า LED กับคันไม้ไผ่(ขาไฟ)
ข. เรือประมงที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้า LED 25 วัตต์ จำนวน 40 ชุด