

การศึกษาระบบระบายอากาศเพื่อควบคุมความชื้นในห้องคลังอาวุธ

Study of Ventilation System for Humidity Control in Weapon Storage Room

นฤเบศร์ หนูไธเพ็ชร¹, วุฒิชัย พ่อแจ้²

¹สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, narubet@northcm.ac.th

²กองพันทหารราบที่ 5, กรมทหารราบที่ 7 ค่ายโสมบัตินิตย จังหวัดแม่ฮ่องสอน, wuttichai.porjae@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบระบบระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมความชื้นในห้องคลังอาวุธในค่ายทหารแห่งหนึ่งของจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยทำการศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในห้องคลังอาวุธเป็นระยะเวลา 30 วัน ระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม 2567 ผลการศึกษาพบว่า ห้องคลังอาวุธมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 74.40 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญ ความเร็วลมที่ช่องระบายอากาศเฉลี่ย 0.135 เมตรต่อวินาที ต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม (0.25-0.30 เมตรต่อวินาที) และมีการแพร่ความชื้นผ่านโครงสร้างอาคารรวม 34.22 กิโลกรัมต่อวัน จากการวิเคราะห์พบว่าระบบระบายอากาศปัจจุบันไม่เพียงพอต่อการควบคุมความชื้น

การศึกษานี้ได้เสนอแนะการออกแบบระบบระบายอากาศใหม่ประกอบด้วยพัดลมระบายอากาศขนาด 12 นิ้ว อัตราการไหล 1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที จำนวน 2 ชุด พร้อมระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ในการควบคุมการทำงาน ระบบที่ออกแบบสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีอัตราการระบายอากาศ 15 (ACH) ซึ่งเพียงพอต่อการควบคุมความชื้นในห้องคลังอาวุธ

คำหลัก: การควบคุมความชื้น ห้องคลังอาวุธ

Abstract

This study aimed to study and design an appropriate ventilation system for controlling humidity in a weapons storage room in a military camp in Mae Hong Son Province. The study was conducted and data was collected from the environment inside the weapons storage room for 30 days between July and August 2024. The results of the study found that the weapons storage room had an average relative humidity of 74.40%, which was significantly higher than the specified standard (60%). The average wind speed at the ventilation vent was 0.135 m/s, lower than the appropriate value (0.25-0.30 m/s), and the moisture diffusion through the building structure was 34.22 kg/day. The analysis found that the current ventilation system was insufficient to control humidity. This study proposed the design of a new ventilation system consisting of two sets of 12" ventilation fans

with a flow rate of 1,200 m³/min, and an automatic control system using a programmable logic controller (PLC) to control the operation. The designed system can control the relative humidity to below 60% and has air change of 15 (ACH), which is sufficient to control the humidity in the weapons storage room.

Keywords: Humidity control, Weapon storage room

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การควบคุมความชื้นในห้องคลังอาวุธเป็นประเด็นสำคัญที่ไม่อาจมองข้ามในการจัดการและบำรุงรักษาอาวุธยุทธโปกรณ์ ความชื้นที่สูงเกินไปสามารถก่อให้เกิดผลเสียร้ายแรงต่อสภาพและประสิทธิภาพของอาวุธ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงและความพร้อมในการปฏิบัติการทางทหาร (Department of Defense, 2019) ความชื้นสูงเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสนิมในชิ้นส่วนโลหะของอาวุธ กระบวนการออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเมื่อโลหะสัมผัสกับความชื้นและออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดการกัดกร่อนและสึกกร่อนของโครงสร้างโลหะ ส่งผลให้ความแข็งแรงและความทนทานของอาวุธลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Zeng et al., 2020) นอกจากนี้ ความชื้นยังส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของวัสดุอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอาวุธ เช่น ไม้และพลาสติก วัสดุเหล่านี้อาจดูดซับความชื้นทำให้เกิดการบวม ผิดรูป หรือแตกร้าว ซึ่งส่งผลกระทบต่อความแม่นยำและประสิทธิภาพในการใช้งาน (Smith & Johnson, 2018) ความชื้นสูงยังสามารถส่งผลกระทบต่อกลไกภายในของอาวุธ ทำให้เกิดการติดขัดหรือทำงานผิดปกติ ชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวอาจเกิดการขัดตัวหรือเสียดสีมากเกินไป ส่งผลให้อาวุธทำงานไม่ราบรื่นหรือไม่แม่นยำ ซึ่งอาจเป็นอันตรายในสถานการณ์ฉุกเฉินหรือการปฏิบัติการที่ต้องความแม่นยำสูง (Brown, 2021)

ประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งคือผลกระทบของความชื้นต่อกระสุนปืน ความชื้นสามารถทำลายคุณสมบัติของดินปืนในกระสุน ทำให้ประสิทธิภาพในการจุดระเบิดลดลง ส่งผลกระทบต่อความเร็วและระยะยิงของกระสุน หรือในกรณีร้ายแรงอาจทำให้กระสุนไม่ทำงานเลย (Lee & Park, 2019) ด้วยเหตุนี้ การควบคุมความชื้นในห้องคลังอาวุธจึงเป็นมาตรการสำคัญในการรักษาสภาพและความพร้อมใช้งานของอาวุธยุทธโปกรณ์ การติดตั้งระบบควบคุมความชื้น การตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงการฝึกอบรมบุคลากรให้ตระหนักถึงความสำคัญของการควบคุมความชื้น ล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดการคลังอาวุธอย่างมีประสิทธิภาพ (Wilson, 2022) ซึ่งการออกแบบสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาเรื่องของการจัดเก็บคลังอาวุธในประเทศไทย รวมถึงการกำหนดตำแหน่งในการจัดเก็บอีกด้วย(อัญพัชร, 2558)

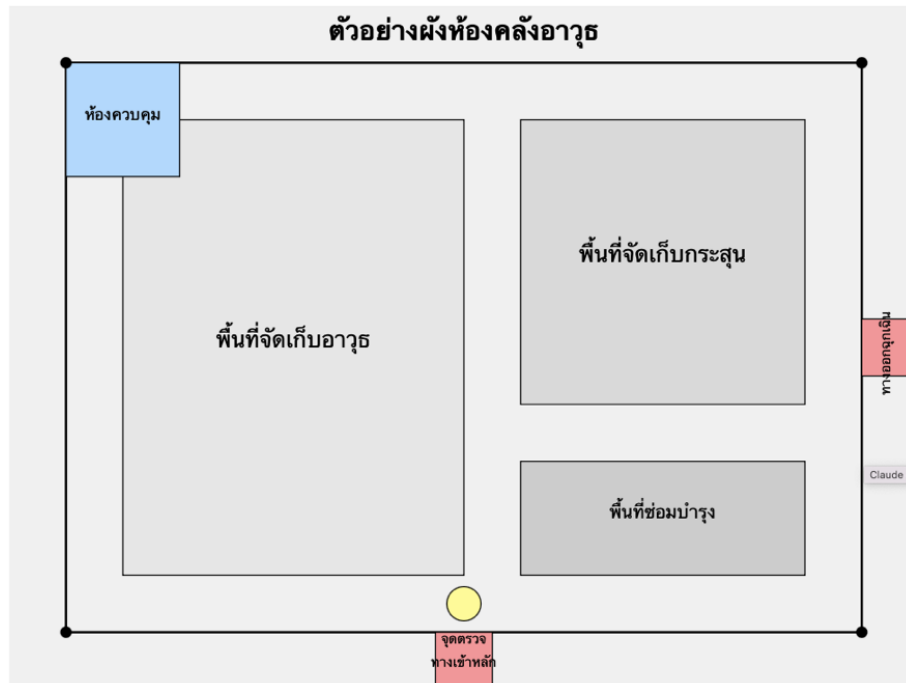
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความชื้นปัจจุบัน โดยคำนึงถึงความต้องการเฉพาะของห้องคลังอาวุธ
2. ประเมินประสิทธิภาพของห้องคลังอาวุธ และแนวทางในการควบคุมความชื้นของห้องคลังอาวุธ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ระบบระบายอากาศสำหรับห้องคลังอาวุธที่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนด คือ ไม่เกินร้อยละ 60

วิธีดำเนินการวิจัย



ภาพ 1 แผนผังห้องคล้งอาวุธ

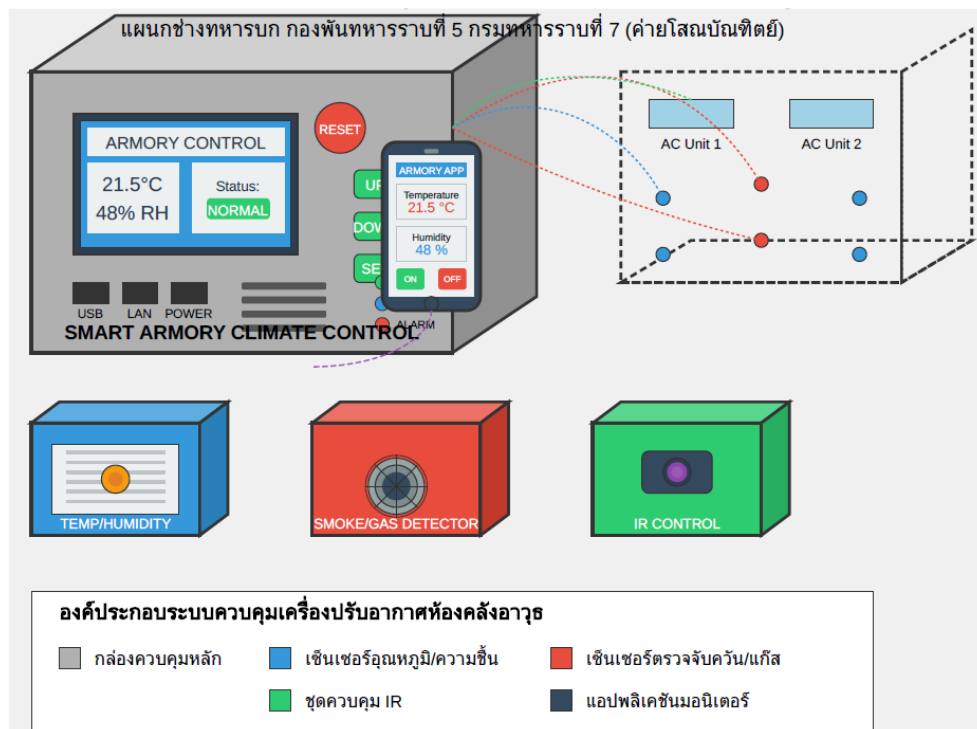
ข้อมูลพื้นที่เพื่อคำนวณความชื้นในห้องคล้งอาวุธ

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เพื่อคำนวณความชื้นในห้องคล้งอาวุธ ทางผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจพื้นที่ห้องคล้งอาวุธของแผนกช่างทหารบก กองพันทหารราบที่ 5 กรมทหารราบที่ 7 (ค่ายโสณบัณฑิตย์) ดังนี้ ห้องขนาดกว้าง x ยาว x สูง = $3 \times 9 \times 4$ เมตร มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก่อด้วยอิฐบล็อกฉาบปูนเรียบ หนา 15 เซนติเมตร หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 10 เซนติเมตร พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 10 เซนติเมตร ประตู เหล็กหนา 2 มิลลิเมตร ขนาด 1.2×2 เมตร ช่องระบายอากาศ มีช่องระบายอากาศขนาด 0.2×0.3 เมตร จำนวน 4 ช่อง

การเก็บข้อมูลในพื้นที่ห้องคล้งอาวุธ

การเก็บข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม 2567 โดยใช้เครื่องมือดังนี้

1. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบดิจิทัลดิจิตอล ยี่ห้อ Testo รุ่น 174H ความแม่นยำ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (อุณหภูมิ), $\pm 3\%$ RH (ความชื้นสัมพัทธ์) ตำแหน่งติดตั้ง กึ่งกลางห้อง ความสูง 1.5 เมตรจากพื้น
2. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) ยี่ห้อ Kanomax รุ่น A031 ความแม่นยำ ± 0.1 m/s ตำแหน่งวัด ช่องระบายอากาศทั้ง 4 จุด



ภาพ 2 ตำแหน่งการติดตั้งจุดตรวจวัดต่าง ๆ

วิธีการเก็บข้อมูล

1. การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่อเนื่อง 30 วัน บันทึกค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยรายวัน
2. การวัดความเร็วลม วัดที่ช่องระบายอากาศทั้ง 4 จุด วัดวันละ 3 ครั้ง (08:00 น., 13:00 น. และ 17:00 น.) บันทึกค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 ครั้งต่อจุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะดำเนินการโดย

1. คำนวณค่าความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) โดยใช้สมการ $AH = m/V$
โดยที่ - AH คือความชื้นสัมบูรณ์ (kg/m^3)
- m คือมวลของไอน้ำ (kg)
- V คือปริมาตรของอากาศ (m^3)
2. คำนวณอัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio)
โดยใช้สมการ $W = 0.622 \times (e/(P-e))$
โดยที่ - W คืออัตราส่วนความชื้น ($\text{kg water vapor}/\text{kg dry air}$)
- e คือความดันไอน้ำ (kPa)
- P คือความดันบรรยากาศรวม (kPa)
3. วิเคราะห์การถ่ายเทความชื้นผ่านผนังและหลังคา โดยใช้สมการ $J = -D \times (dC/dx)$

โดยที่ - J คืออัตราการถ่ายเทความร้อน ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$)

- D คือสัมประสิทธิ์การแพร่ (m^2/s)

- dC/dx คือความชันของความเข้มข้นความชื้น (kg/m^4)

การออกแบบระบบระบายอากาศ

การออกแบบระบบระบายอากาศจะพิจารณาจาก

1. ปริมาณการระบายอากาศที่ต้องการ คำนวณจาก ปริมาตรห้อง อัตราการเปลี่ยนอากาศที่เหมาะสม ความชื้นสัมพัทธ์เป้าหมาย (ไม่เกิน 60%)

2. การเลือกพัดลมระบายอากาศ โดยพิจารณา อัตราการไหลของอากาศที่ต้องการ ความดันสถิตที่ต้องการ ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ระดับเสียงขณะทำงาน

3. ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ ตำแหน่งพัดลมระบายอากาศ ตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า ตำแหน่งเซนเซอร์วัดความชื้น

ผลและอภิปรายผล

การวัดสภาพแวดล้อมในห้องคลังอาวุธ

1.1 ผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

จากการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม 2567 เป็นระยะเวลา 30 วัน พบผลการวัดดังนี้

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายวัน (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)

วันที่	อุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)
1-7	28.4	75.3
8-14	29.1	73.8
15-21	28.7	74.5
22-30	28.9	74.1

จากตาราง 1 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง $28.4\text{--}29.1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 73.8-75.3% และค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด (ไม่เกิน 60%)

2. ผลการวัดความเร็วลมที่ช่องระบายอากาศ

ตาราง 2 ความเร็วลมเฉลี่ยที่ช่องระบายอากาศ

ตำแหน่งช่อง	ความเร็วลมเฉลี่ย (m/s)
ช่องที่ 1	0.15
ช่องที่ 2	0.12
ช่องที่ 3	0.14
ช่องที่ 4	0.13

ความเร็วลมเฉลี่ยรวมทุกช่อง 0.135 m/s

จากตาราง 2 พบว่า ค่าความเร็วลมต่ำกว่าค่าที่แนะนำสำหรับการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพ (0.25-0.30 m/s)

ผลการคำนวณค่าความชื้นต่างๆ

ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity)

จากสมการ $AH = m/V$

- พบว่า - ความชื้นสัมบูรณ์เฉลี่ย = 0.0185 kg/m³
- ค่าสูงสุด = 0.0198 kg/m³ (ช่วงเวลา 13:00-14:00 น.)
- ค่าต่ำสุด = 0.0172 kg/m³ (ช่วงเวลา 03:00-04:00 น.)

อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio)

จากสมการ $W = 0.622 \times (e/(P-e))$

- พบว่า - อัตราส่วนความชื้นเฉลี่ย = 0.0158 kg water vapor/kg dry air
- ค่าแนะนำสำหรับการเก็บอาวูธ = 0.0120 kg water vapor/kg dry air
- ต้องลดอัตราส่วนความชื้นลง 24% เพื่อให้ได้ตามมาตรฐาน

การวิเคราะห์การถ่ายเทความชื้น

การถ่ายเทความชื้นผ่านผนัง

จากการคำนวณด้วยสมการ $J = -D \times (dC/dx)$

- พบว่า - อัตราการถ่ายเทความชื้นผ่านผนังเฉลี่ย = 2.45×10^{-6} kg/m².s
- พื้นที่ผนังรวม = 96 m² (ไม่รวมประตูและช่องระบายอากาศ)
- ปริมาณความชื้นที่แพร่ผ่านผนังต่อวัน = 20.37 kg/day

การถ่ายเทความชื้นผ่านหลังคาและพื้น

- พบว่า - อัตราการถ่ายเทความชื้นผ่านหลังคา = 1.82×10^{-6} kg/m².s
- อัตราการถ่ายเทความชื้นผ่านพื้น = 1.15×10^{-6} kg/m².s
- ปริมาณความชื้นรวมที่แพร่ผ่านหลังคาและพื้นต่อวัน = 13.85 kg/day

การวิเคราะห์ความจำเป็นในการปรับปรุงระบบระบายอากาศ

ปัญหาที่พบจากการวิเคราะห์

1. ความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินมาตรฐานค่าเฉลี่ยปัจจุบัน 74.4% ไม่เกิน 60% ต้องลดลง 14.4%
2. การระบายอากาศไม่เพียงพอ ความเร็วลมเฉลี่ยปัจจุบัน: 0.135 m/s ค่าที่ต้องการ: 0.25-0.30 m/s
ต้องเพิ่มขึ้น: 85-122%

3. การแพร่ความชื้นผ่านโครงสร้างสูง ปริมาณความชื้นรวมที่แพร่เข้าต่อวัน: 34.22 kg/day
ต้องมีระบบระบายอากาศที่สามารถกำจัดความชื้นได้มากกว่านี้

ความต้องการในการปรับปรุง

1. ระบบระบายอากาศใหม่ต้องสามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ให้ต่ำกว่า 60% เพิ่มความเร็วลมให้อยู่ในช่วง 0.25-0.30 m/s และระบายความชื้นได้อย่างน้อย 40 kg/day
2. ต้องมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่สามารถตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิแบบต่อเนื่อง รวมถึงควบคุมการทำงานของพัดลมระบายอากาศ และแจ้งเตือนเมื่อความชื้นสูงเกินค่ากำหนด

สรุปผลและอภิปรายผล

การศึกษาระบบระบายอากาศเพื่อควบคุมความชื้นในห้องคลังอาวุธ ที่ทำการศึกษสามารถสรุปผลได้ดังนี้ สภาพปัจจุบันของห้องคลังอาวุธ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.8°C ความชื้นสัมพัทธ์ 74.4% ความเร็วลมที่ช่องระบายอากาศ 0.135 m/s ปริมาณการถ่ายเทอากาศไม่เพียงพอต่อการควบคุมความชื้น ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่ามาตรฐาน 14.4% การระบายอากาศต่ำกว่าเกณฑ์ที่ต้องการ 85-122% มีการแพร่ความชื้นผ่านโครงสร้างสูง 34.22 kg/day โดยความชื้นสัมบูรณ์มีค่าเฉลี่ย 0.0185 kg/m³ อัตราส่วนความชื้น 0.0158 kg water vapor/kg dry air การแพร่ความชื้นผ่านโครงสร้างผนัง มีอัตราการแพร่ 2.45×10^{-6} kg/m²·s เป็นปริมาณ 20.37 kg/day ผ่านโครงสร้างหลังคาและพื้น มีอัตราการแพร่รวม 2.97×10^{-6} kg/m²·s ปริมาณ 13.85 kg/day

โดยมีข้อเสนอแนะในการระบายอากาศที่เหมาะสม คือ อัตราการระบายอากาศ 15 ACH ความเร็วลม 0.25-0.30 m/s ความสามารถในการกำจัดความชื้น ≥ 40 kg/day ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ต่ำกว่า 60% ตรวจวัดและบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง มีระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุง คือ พัดลมระบายอากาศขนาด 12 นิ้ว อัตราการไหล 1,200 CFM จำนวน 2 ชุด (ติดตั้งที่ผนังด้านตรงข้าม) ระบบควบคุมอัตโนมัติ ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น 2 จุด ระบบประมวลผลและควบคุม PLC-based และแสดงผลแบบ LCD

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องคลังอาวุธ กองพันทหารราบที่ 5 กรมทหารราบที่ 7 ค่ายโสมบัณฑิตย์ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้พื้นที่และบุคลากรในการเก็บข้อมูล และมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ที่สนับสนุนเครื่องมือในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

อัญพัชร คงวัฒนานันท์. (2558). การกำหนดตำแหน่งคลังที่ใช้ในการจัดเก็บกระสุนและวัตถุระเบิดตามหมวด

การจัดเก็บร่วม กรณีศึกษา แผนก 2 กองคลังแสง กรมสรรพาวุธทหารบก. วารสารวิชาการในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 13, 30-31.

- Brown, A. (2021). Impact of humidity on weapon mechanisms. *Journal of Military Technology*, 45(3), 278-292.
- Department of Defense. (2019). *Ammunition and explosives safety standards* (DoD Manual 6055.09). U.S. Government Publishing Office.
- Lee, S., & Park, J. (2019). Effects of environmental factors on ammunition performance. *International Journal of Ballistics*, 12(2), 145-160.
- Smith, R., & Johnson, T. (2018). Material degradation in weapon systems due to environmental factors. *Defense Science Journal*, 68(4), 356-370.
- Wilson, M. (2022). Best practices in weapon storage facility management. *Journal of Defense Management*, 37(2), 112-128.
- Zeng, Y., Li, X., & Wang, Q. (2020). Optimizing operational spaces in military weapon storage facilities. *Logistics and Operations Management*, 158, 108-120.