

ผลกระทบต่อการลดเสียงและความเร็วต้นกระสุนของผนังกันห้องรูปรูปรวย ในเครื่องเก็บเสียงสำหรับปืนพกขนาด 9 มิลลิเมตร

“Effects on Noise Reduction and Muzzle Velocity by Conical Walls in a Suppressor for 9-mm Pistol”

บุญอนันต์ อนันต์เสาวภาคย์

กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก 26001 ประเทศไทย

บทคัดย่อ หลดลดเสียงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลดเสียงดังของอาวุธปืน มีราคาแพงและเป็นอุปกรณ์ที่มีใช้งานเฉพาะในหน่วยงานของราชการเท่านั้น การศึกษาหลดลดเสียงสำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างหลดลดเสียงที่ทำจากวัสดุที่หาง่าย ราคาถูกและสามารถลดเสียงดังได้เทียบเท่ากับระดับเสียงดังช่วงการจราจรคือ 80-90 เดซิเบล หลดลดเสียงได้ติดตั้งกับลำกล้องปืนพกขนาด 9 มิลลิเมตร น้ำหนักหัวกระสุน 130 เกรน มีความเร็วต่ำกว่าคลื่นโซนิกหรือน้อยกว่า 330 เมตรต่อวินาที หลดลดเสียงทำจากวัสดุอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 34 มิลลิเมตร ยาว 254 มิลลิเมตร ขบวนการทดสอบเริ่มจากการยิงปืนพกที่ติดตั้งหลดลดเสียงและยิงเข้าสู่เป้าหมายมาตรฐานที่ระยะ 10 เมตร ทดสอบครั้งละ 3 นัด วัดความดังของเสียงปืนด้วยเครื่องวัดเสียงตามมาตรฐาน IEC61672 class 2 ตำแหน่งการวัดระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียง 5 เมตร ผลการทดสอบพบว่าความดังของเสียงปืนเมื่อไม่ติดหลดลดเสียงมีค่าเฉลี่ย 106.9 เดซิเบล มีความเร็วต้นเฉลี่ย 296.6 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลดลดเสียงที่บรรจุกระสุนได้สูงสุด 7 ชิ้น ความดังเสียงจะลดลงได้มากที่สุดเฉลี่ย 90.8 เดซิเบล คิดเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วต้นเฉลี่ย 295.5 เมตรต่อวินาที คิดเป็น 0.37 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาหลดลดเสียงพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการลดลงของเสียงดังจากกระสุนปืนนั้นมีอยู่ 2 ข้อ ข้อแรก คือ การลดความดันของก๊าซซึ่งพุ่งออกจากปลอกกระสุนปืนโดยกีดขวางช่องว่างทั้งด้านนอกและด้านในของกรวย ข้อสอง ก๊าซได้ถูกระบายออกมาตามแนวรัศมีได้แทรกซึมเข้าสู่ช่องว่าง ทำให้เกิดการหน่วงเวลาและเกิดการสลายความดันก่อนที่จะสะท้อนกลับออกสู่บรรยากาศ จึงมีความดันสัมผัสที่น้อยลงเมื่อเทียบกับความดันบรรยากาศและทำให้ลดเสียงดังลงได้ นอกจากนี้ยังทำให้ความเร็วต้นของกระสุนปืนลดลง แต่การลดลงของความเร็วต้นนั้นกลับทำให้กระสุนเข้าเป้าในระยะ 10 เมตรค่อนข้างแม่นยำ ความเร็วต้นของกระสุนที่ลดลงจะช่วยลดแรงสะท้อนกลับ (recoil) ประกอบกับน้ำหนักของหลดลดเสียงที่ถ่วงปลายลำกล้องยังช่วยลดแรงกระดกขึ้น (muzzle rise) อีกด้วย หลดลดเสียงจากงานวิจัยนี้สร้างจากวัสดุที่หาได้ภายในประเทศจึงมีราคาไม่แพง มีผลการยิงทดสอบที่สามารถลดเสียงดังและกลุ่มกระสุนเข้าเป้าหมายไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: หลดลดเสียง, คลื่นโซนิก, ความดังเดซิเบล, ความเร็วต้น, แรงสะท้อนกลับ, แรงกระดก

Abstract A suppressor is the device used to reduce the acoustic intensity of a firearm report. It is normally expensive and only available in governmental agencies. The objective

of this research is to study and develop a suppressor made of affordable materials, which can reduce the sound intensity to the degree equivalent to traffic noise (80-90 decibels). The suppressor, made of aluminum with the diameter of 34 millimeters and the length of 254 millimeters, was attached to the muzzle of a 9-mm pistol, using 130-grain subsonic bullets (with a speed below 330 meters per second). The testing was set out by firing the suppressed pistol into the standard target at a distance of 10 meters, 3 rounds at a time. The sound intensity was measured by a standard sound level meter IEC61672 class 2 at a distance of 5 meters from the sound source. The result showed that the average noise of the unsuppressed pistol was 106.9 decibels with an average muzzle velocity of 296.6 meters per second, compared to the result from the suppressed pistol with maximum of 7 conical walls, the average sound intensity was maximally reduced to 90.8 decibels and the average muzzle velocity was 295.5 meters per second, accounting for 15 percent and 0.37 percent respectively. This study showed that there are two factors that affected noise reduction. First, it is the reduction of gas pressure emitted from the cartridge which was trapped in the inner and outer space of the conical walls. Second, the gas was drained radially and infiltrated the space, causing the delay and pressure breakdown before being reflected into the atmosphere. These factors lowered the relative pressure comparing to atmospheric pressure and decreased the sound volume as well as the muzzle velocity. However, the lower muzzle velocity produced greater accuracy at a distance of 10 meters and reduced recoil, not to mention the suppressor's weight which also reduced muzzle rise. According to this research, the suppressor, made of domestic inexpensive materials, could reduce the noise of the firearm report and at least 80 percent of shot groups hit the targets.

Keyword: suppressor, sonic wave, decibel volume, muzzle velocity, recoil, and muzzle rise

1. บทนำ

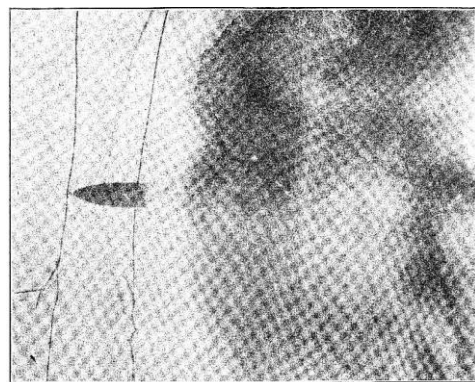
การทำงานของเจ้าหน้าที่ในบางภารกิจที่ไม่ต้องการให้เกิดเสียงดังของอาวุธปืนซึ่งเป็นสาเหตุให้กลุ่มโจรผู้ร้ายรู้ตัวแล้วแจ้งเตือนพรรคพวกในน้ำก่ำลั้งเข้าต่อสู้กับเจ้าหน้าที่ซึ่งอาจทำให้ฝ่ายเราเสียเปรียบหรือเกิดการสูญเสียที่ไม่คาดฝันขึ้นได้ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นายทหารของกองทัพบกท่านหนึ่งถึงประสบการณ์จริงที่เคยออกปฏิบัติหน้าที่ในเรื่องการเข้าจับกุมผู้ขนยาเสพติดทางภาคเหนือ โดยการซุ่มดักจับขบวนการค้ายาเสพติด เมื่อเข้าแสดงตัวเพื่อเข้าจับกุม ผู้ขนยาเสพติดแสดงการขัดขืนแล้วพยายามจะใช้อาวุธยิงเจ้าหน้าที่ แต่เจ้าหน้าที่รู้ตัวก่อนจึงใช้อาวุธปืนยิงผู้ขนยาเสพติดจนเสียชีวิต เนื่องจากเสียงปืนที่ยังออกไปมีเสียงดังมาก

เว้นระยะเวลาอีกไม่นานจึงทำให้กองกำลังที่คุ้มครองขบวนการขนยาเสพติดตามมาและไล่ยิงเจ้าหน้าที่ทหารเนื่องจากเจ้าหน้าที่ทหารมีกำลังคนน้อยกว่าจึงทำให้วิ่งหนีหลบหลีกออกจากจุดปะทะได้ทันเวลาซึ่งเกือบจะเกิดการสูญเสียในฝ่ายทหารเช่นกัน การหาข่าวหรือแฝงตัวเข้าไปในพื้นที่ของฝ่ายตรงข้ามการแฝงตัวเข้าจับกุมแกนนำผู้ก่อความไม่สงบท่ามกลางฝูงชนที่ไม่ควรให้ได้ยินเสียงปืนเพื่อหลีกเลี่ยงความโกลาหล ดังนั้นหลอดลดเสียงจึงเป็นอุปกรณ์เสริมที่ติดอยู่ที่ปลายลำกล้องปืนทำหน้าที่ลดทั้งเสียงดังและประกายไฟที่เกิดจากการยิงปืนซึ่งเป็นทางเลือกและจะสามารถช่วยให้ภารกิจของเจ้าหน้าที่ทหารสำเร็จลงได้

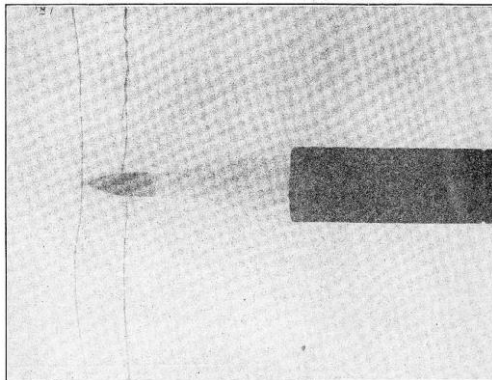
เสียงดังของปืนเกิดจากการขยายตัวอย่างฉับพลันของก๊าซร้อนและมีความดันสูงพุ่งออกจากปากกระบอกปืน ประมาณ 20,684 กิโลปาสกาล แรงดันที่ตามหัวกระสุนออกมาจะขยายตัวอย่างรุนแรงและเร็วจนเกิดเสียงที่ดังมาก เสียงที่เกิดขึ้นนี้สามารถลดความดังของเสียงได้ด้วยหลอดลดเสียง[1] หลอดลดเสียงปืนมีลักษณะเป็นโลหะทรงกระบอก ภายในเป็นช่องว่างถูกแบ่งด้วยผนังกัน (Baffle) หลายชั้น ปริมาตรช่องว่างภายในหลอดลดเสียงจะมีมากกว่าในลำกล้องปืนประมาณ 25-30 เท่า ดังนั้นเมื่อก๊าซร้อนที่มีความดันสูงพุ่งออกจากปากกระบอกปืนจะเข้าสู่หลอดลดเสียงส่วนแรกที่เราเรียกว่าช่องขยาย (Expansion chamber) ภายในส่วนแรกนี้จะติดตั้งสปริงเพื่อลดความดันและความเร็วของก๊าซ เมื่อก๊าซร้อนปะทะกับผนังภายในจะเกิดการหักเหทิศทางและถูกหน่วงให้เคลื่อนที่ช้าลง ทำให้ลดเสียงและประกายแสงไฟ

ในอดีตอุปกรณ์ลดเสียงดังของอาวุธปืนจะเรียกว่า หลอดเก็บเสียง หลอดเก็บเสียงได้เกิดขึ้นในปี 1909 โดยนักประดิษฐ์ชาวอเมริกันคือ ไฮแรม แม็กซิม [2] ได้ประดิษฐ์หลอดเก็บเสียงทำขึ้นจากโลหะ ภายในหลอดโลหะได้สร้างผนังกันห้องหลายๆห้อง เพื่อบรรเทาแรงดันจากกระสุนปืนและติดตั้งกับปืนยาวยี่ห้อสปริงฟิลด์ ใช้กระสุนปืนขนาด 30 คาลิเบอร์ ซึ่งเมื่อยิงแล้วจะมีความดันเกิดขึ้นถึง 10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความดันที่สูงมากนี้เกิดขึ้นตลอดความยาวของลำกล้องปืนเมื่อออกสู่บรรยากาศที่ปากกระบอกปืนก็จะเกิดผลต่างความดันและทำให้เกิดเสียงดังอย่างมาก การถ่วงเวลาให้ก๊าซและความดันกักไว้ภายในหลอดเก็บเสียงก่อนจะออกไปสัมผัสกับอากาศภายนอกโดยการทำให้ก๊าซที่เผาไหม้จากดินขับเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเป็นตัวหน่วงให้ก๊าซร้อนความดันสูงออกที่รูระบายไม่ให้เร็วเกินไปนั่นเอง นอกจากนี้การทดสอบยิงปืนด้วยหลอด

เก็บเสียงต้องขึ้นอยู่กับสถานที่ทดสอบด้วย มักพบเสียงดังที่กำจัดได้ยากซึ่งเป็นเสียงค่อนข้างแหลมเหมือนเสียงแต่ม้า (plash crack) อยู่ในระยะ 5 หลาห่างจากผู้ยิง การทดสอบยิงปืนเพื่อกันหาตัวการทำให้เกิดเสียงดังได้ทดสอบในสถานที่ต่าง ๆ กัน โดยเฉพาะในที่โล่งจะพบคลื่นเสียงชัดเจนที่เป็นต้นเหตุของเสียงดัง คือ เสียงจากพลังงานของความเร็วต้นของกระสุน และ เสียงที่เกิดจากคลื่นรูปคันธนูของหัวกระสุน การทดสอบยังค้นพบอีกว่า ถ้าความเร็วของกระสุนต่ำกว่าความเร็วเสียงไม่เกิน 1,085 ฟุตต่อวินาที หรือเมื่อเปลี่ยนมาใช้กระสุนขนาด 22 คาลิเบอร์ ที่มีน้ำหนักหัวกระสุนมากขึ้นจะช่วยให้อุปกรณ์เก็บเสียงทำงานได้ผลดี การยิงทดสอบด้วยปืนยาวยี่ห้อสปริงฟิลด์ โดยไม่ติดหลอดเก็บเสียงพบว่าการเกิดคลื่น 2 แนวคลื่น โดยคลื่นแรกเกิดขึ้นเร็วมากเป็นคลื่นจากพลังงานความเร็วต้นของกระสุนและคลื่นแนวที่ 2 เป็นคลื่นรูปคันธนูเข้ามาสมทบจนเกิดการเสริมกันของคลื่นทำให้เกิดเสียงดังมาก ดังรูปที่ 1 กระสุนปืนที่ยิงโดยไม่ติดหลอดเก็บเสียงจะมีความเร็วสูงและวิ่งแซงคลื่นรูปคันธนูจนเกิดเสียงที่ดังมาก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ รูปที่ 2 กระสุนปืนที่ยิงออกไปจากปืนที่ติดหลอดเก็บเสียงจะมีความเร็วลดลงและมีความเร็วเท่ากับคลื่นรูปคันธนู จึงทำให้ลดเสียงลงได้ค่อนข้างดี



รูปที่ 1 การยิงปืนโดยไม่ติดหลอดเก็บเสียง



รูปที่ 2 การยิงปืนโดยติดหลอดเก็บเสียง

2. ทฤษฎี

ระดับความดังของเสียง [3] ซึ่งมีสูตรคำนวณ แสดงความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ระดับความดัง} = 20 \log[P/P_0] \quad (1)$$

โดยที่ ระดับความดัง คือ ระดับความดังของเสียง มี หน่วยเป็นเดซิเบล(dB)

P คือ ความดันเสียง (N/m^2)

P_0 คือ ความดันเสียงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน คือ $0.00002 N/m^2$

ความดันของเสียงเทียบต่อความดันเสียงที่มนุษย์ เริ่มได้ยินเป็นสัดส่วนที่สามารถตรวจวัดได้ มีความสัมพันธ์ในรูปลอการิทึมแสดงออกมาในรูประดับ ความดังของเสียง ดังสมการที่ (1) นอกจากนี้มนุษย์ สามารถแบ่งแยกเสียงที่ดังขึ้นหรือเบาลงได้อย่างน้อย 3 เดซิเบล[4] จะรู้สึกถึงความแตกต่างและหากต่างกันถึง 5 เดซิเบล มนุษย์ก็จะรับรู้ความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งแยกเสียงดังกล่าวได้คือ ระยะห่างกันและความดังจากแหล่งกำเนิดเสียง ดังแสดง ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงระดับความดังที่หูของมนุษย์ สามารถแบ่งแยกได้

การเปลี่ยนแปลง ระดับเสียง (เดซิเบล)	การรับรู้ของมนุษย์
1	แทบไม่รู้สึกแตกต่าง
3	รู้สึกได้ว่าดังขึ้นหรือเบาลง
5	รู้สึกถึงความต่างได้อย่างชัดเจน
10	รู้สึกเหมือนดังขึ้นหรือเบาลง 2 เท่า

กรณีที่ผู้สังเกตการณ์อยู่ท่ามกลางแหล่งกำเนิดเสียงหลาย แหล่ง การรวมความดังของเสียงตามความสัมพันธ์แบบ ลอการิทึมจึงใช้วิธีการคำนวณระดับความดังรวมจาก ความสัมพันธ์ ดังสมการที่ (2)

$$L_s = 10 \log(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10} + \dots) \quad (2)$$

โดยที่ L_s คือ ระดับความเข้มเสียง (Sound intensity level) มีหน่วยเป็นเดซิเบล

และ $L_i = L_1, L_2, L_3, \dots$ คือ ความดังเสียงจากแหล่งอื่น มีหน่วยเป็นเดซิเบล

รศ.ดร.ประมุข โอศิริ [5] ได้กล่าวถึงทฤษฎีเสียง และการวัดดังนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับเสียง มีส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องวัด 4 ส่วน คือ ไมโครโฟน ชุดขยายเสียง ถ่วงน้ำหนัก และมาตรวัด เรียกทั้ง 4 ส่วนนี้ว่า Sound level meter ซึ่งเป็นเครื่องมือ พื้นฐานในการวัดเสียงได้ตั้งแต่ 40-140 เดซิเบล ตามปกติสเกลที่ใช้คือ เดซิเบลเอ เพราะเป็นสเกลที่ ตอบสนองต่อเสียงที่คล้ายคลึงกับเสียงที่หูของมนุษย์ สามารถรับรู้ได้มากที่สุดและต้องสอดคล้องกับ มาตรฐาน IEC60804 Type 2 หรือ IEC61672 Type 2 หรือเทียบเท่า โดยมาตรฐาน ANSI หรือ IEC แบ่งเป็น Type 0 ค่าความแม่นยำ ± 0.4 Type 1 ค่าความแม่นยำ ± 0.7

Type 2 ค่าความแม่นยำ ± 1.0

Type 3 ค่าความแม่นยำ ± 1.5

เสียงแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. เสียงดังต่อเนื่อง (Continuous noise) คือเสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ ลักษณะเสียงดังที่มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 3 เดซิเบลเอ เช่น เสียงพัดลม

2. เสียงดังเป็นช่วงๆ (Intermittent noise) คือเสียงที่ดังไม่ต่อเนื่อง ดังเป็นระยะ เช่น เสียงประแจลม เป็นต้น

3. เสียงดังกระทบหรือกระแทก (Impact noise) คือเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 เดซิเบลเอ เสียงปืนเป็นเสียงกระแทก ต้องใช้เครื่องมือวัดประเภท มาตรฐาน IEC60804 Type 2 หรือ IEC61672 Type 2

3. การออกแบบการทดสอบ

3.1 หลอดลดเสียงและการออกแบบกรวย

ลดเสียง

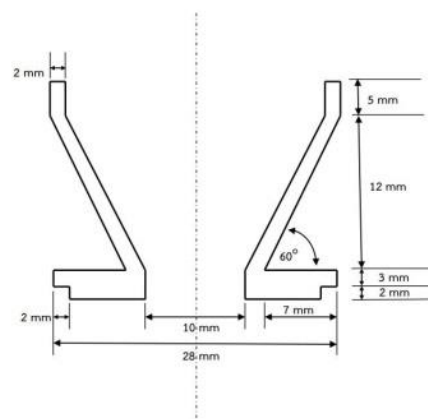
หลอดลดเสียงที่ใช้ในการทดสอบได้ประยุกต์ใช้หลอดลดเสียงจากกีฬานิปปังและกระบอกไฟฉายที่ไม่ใช้แล้วโดยออกแบบผนังกันห้องด้านในเป็นรูปกรวย



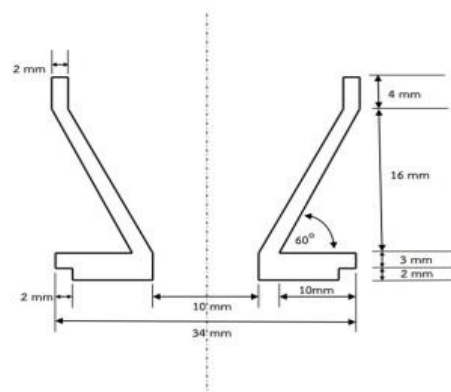
รูปที่ 3 หลอดลดเสียงทำจากหลอดนิปปัง



รูปที่ 4 หลอดลดเสียงทำจากกระบอกไฟฉาย



รูปที่ 5 ผนังกันห้องรูปกรวยขนาด 28 มม



รูปที่ 6 ผนังกันห้องรูปกรวยขนาด 34 มม

3.2 ปืนและกระสุนที่ใช้ทดสอบ

ปืนพก ขนาด 9 มม. Star Firestar Model 43 [6]

ชนิดระบบกึ่งอัตโนมัติ

ผลิตจาก	สเปน	
ผู้ผลิต	Star Bonifacio Echeverria, S.A.	
ผลิตเมื่อ	1994	
น้ำหนัก	855	กรัม
ความยาว	165	มิลลิเมตร
ความกว้าง	28	มิลลิเมตร
ความสูง	117	
มิลลิเมตร		
กระสุนปืน	9×19	มิลลิเมตร Parabellum
การทำงาน	ระบบซิงเกิ้ลกึ่งอัตโนมัติ	
ความเร็วปากกระบอกปืน	340	เมตร/วินาที
ระยะหวังผล	50	เมตร
การป้อนกระสุน	magazine	



รูปที่ 8 กระสุนโลหะหัวมน LRN (Lead Round Nose)

กระสุนปืนขนาด 9 มม.;[7]

น้ำหนัก	130 เกรน (GRAIN) หรือหนัก 8.7 กรัม
ชนิดของหัวกระสุน	โลหะผสมหัวมน
ความเร็วต้น	296–305 เมตร/วินาที
ความแม่นยำ กลุ่มกระสุนวัดได้ไม่เกิน ระยะ 22.8 เมตร	
ปลอกกระสุน	นำเข้าจากต่างประเทศ
ชนวนและดินส่งกระสุน	นำเข้าจากต่างประเทศ
การเผาไหม้	สมบูรณ์ ไม่มีกากดิน ตกค้าง คำนวณน้อย
ความยาวของกระสุน	2.8 เซนติเมตร

3.3 สนามทดสอบและห้วงวัน-เวลาที่ใช้

ในการทดสอบ

สนามยิงปืนโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ได้ถูกใช้เป็นสถานที่ทดสอบ ตั้งอยู่บริเวณใกล้แผนกสื่อสาร ส่วนบริการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า อยู่ในความรับผิดชอบของกองพันทหารราบฯ เป็นสนามยิงปืนมาตรฐาน ประกอบด้วย สนามระยะ 10 เมตร สำหรับปืนอครล์สั้น 18 ช่องยิง สนามระยะ 25 เมตร สำหรับยิงปืนสั้น 20 ช่องยิง สนามสำหรับยิงปืนลูกซอง และสนามระยะ 50 เมตร สำหรับยิงปืนยาวมาตรฐาน และปืนยาวชาวบ้าน พร้อมรอรอบระบบไฟฟ้า จำนวน 18 ช่องยิง ดังรูปที่ 9 การทดสอบได้ทำการยิงปืนสั้นทดสอบกับสนามระยะ 25 เมตร โดยใช้การทดสอบยิงหวังผลระยะ 10 เมตร ดังรูปที่ 10 ตั้งจุดลั่นไกให้พ้นจากคอกยิงออกมาในที่โล่งเพื่อป้องกันการสะท้อนกลับของเสียงปืนซึ่งมีผลต่อการบันทึกผลของความดังเสียงดังรูปที่ 12 และ 13 ตามลำดับ การทดสอบกระทำในห้วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม เวลา 10:00 – 14:00



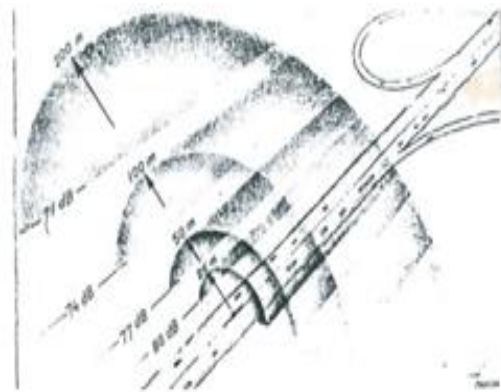
รูปที่ 10 จุดทดสอบยิงปืนที่ระยะ 10 เมตร

3.4 เครื่องมือวัดความดังของเสียงและความเร็วต้น

เสียงปืนเป็นเสียงดังประเภทกระทบหรือกระแทก (Impact noise) [5] เป็นเสียงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 เดซิเบล จึงต้องใช้เครื่องวัดเสียงที่มีมาตรฐาน IEC61672 หรือ IEC60804 โดยปรับย่านการ

รูปที่ 11 เครื่องวัดเสียงมาตรฐาน IEC61672

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นเชิงกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุสั่นสะเทือนก็จะเกิดเป็นแหล่งกำเนิดเสียงขึ้น ดังรูปที่ 12 [5] การวัดเสียงปืนสำหรับงานวิจัยนี้ได้ตั้งเครื่องวัดเสียงห่างจากจุดกำเนิดเสียงที่ระยะ 5 เมตร



รูปที่ 12 ภาพแสดงระยะการวัดเสียงห่างจากจุดกำเนิด

เครื่องวัดความเร็วต้น[9] คือ อุปกรณ์วัดความเร็วกระสุนปืน ซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดความเร็วของกระสุน

สำหรับการทดสอบสามารถวัดความเร็วได้ตั้งแต่ 1.5 – 3047.7 เมตรต่อวินาที สามารถเลือกหน่วยวัดความเร็วให้เป็นเมตรต่อวินาทีหรือฟุตต่อวินาทีก็ได้ โดยมีความผิดพลาด 0.25 เปอร์เซ็นต์และแสดงผลผ่านจอ LCD ขนาดใหญ่พร้อมกับสามารถบันทึกผลการทดสอบลงเป็นไฟล์ได้ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ภาพเครื่องวัดความเร็วคันของกระสุนปืน

3.5 การเลือกขนาดของหลอดดัดเสียง

การศึกษาข้อมูลดังตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงระดับความดังที่หูของมนุษย์สามารถแบ่งแยกได้ ซึ่งหูของมนุษย์เริ่มมีการแบ่งแยกเสียงดังหรือเบาลงเมื่อมีผลต่างของความดังของเสียงที่ 3 เดซิเบล การทดสอบจึงอาศัยหลักการดังกล่าวเลือกเปลือกลูกของหลอดดัดเสียงซึ่งหาได้ง่ายจากกีฬาระเบิดปืนบีบีกันและกระบอกไฟฉายที่ไม่ใช่แล้ว [10] หลอดดัดเสียงที่นำมาทดสอบเลือกนั้นมี 4 แบบ แบบที่ 1 หลอดบีบีกันยาว 12.7 เซนติเมตร แบบที่ 2 หลอดบีบีกันยาว 13.9 เซนติเมตร แบบที่ 3 หลอดบีบีกันยาว 17.8 เซนติเมตร และแบบที่ 4 กระบอกไฟฉายยาว 25.4 เซนติเมตร หลอดดัดเสียงแบบที่ 1 ถึง 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.8 เซนติเมตร หลอดดัดเสียงแบบ

ที่ 4 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.4 เซนติเมตร ลากลึงของปืนวัดปริมาตรได้เท่ากับ 4.5 cm³ การทดสอบได้ใส่กรวยผนังกันห้องเพียง 1 ห้อง แล้วยิงทดสอบครั้งละ 3 นัดดังรูปที่ 14 รูปที่ 15 และรูปที่ 16 แล้วหาค่าเฉลี่ยซึ่งได้ผล



รูปที่ 15 หลอดดัดเสียงบีบีกันยาว 17.7 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.8 cm ทดสอบกับกรวยกันห้อง 1 ห้อง



รูปที่ 16 หลอดคลดเสียงทำจากกระบอกไฟฉายยาว 25.4 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.4 cm ทดสอบกับกรวยก้นผนัง 1 ห้อง

ตารางที่ 2 ความยาวหลอดคลดเสียงทั้ง 4 แบบและความดังเสียงป็นทดสอบ

ความยาวของหลอดคลดเสียง (เซนติเมตร)	ความยาว/เส้นรอบวง	ความดังเสียงปืนเฉลี่ยเมื่อไม่ติดหลอดคลดเสียง (เดซิเบล)	ความดังเสียงปืนเฉลี่ยเมื่อทดสอบใส่กรวย 1 ห้อง (เดซิเบล)
แบบที่ 1 ขนาดยาว 12.7 เซนติเมตร	1.4	106.9	106.1
แบบที่ 2 ขนาดยาว 13.9 เซนติเมตร	1.6	106.9	105.7
แบบที่ 3 ขนาดยาว 17.7 เซนติเมตร	2.0	106.9	103.6
แบบที่ 4 ขนาดยาว 25.4 เซนติเมตร	2.8	106.9	103.2

จากการทดสอบพบว่าหลอดคลดเสียงแบบที่ 3 ขนาดยาว 17.8 เซนติเมตร มีค่าความดังของเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงลดลงประมาณ 3.3 เดซิเบล เมื่อเทียบกับเสียงดังขณะที่ไม่ติดหลอดคลดเสียง และแบบที่ 4 ขนาดยาว 25.4 เซนติเมตร มีค่าความดังของเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงลดลง 3.7 เดซิเบล เพราะฉะนั้นระดับความดังของเสียงที่ลดลงจึงเป็นตัวช่วยพิจารณาการเลือกหลอดคลดเสียงที่จะนำมาทำการทดสอบในการศึกษาครั้งนี้ หรือจะพิจารณาได้จากตัวแปรไร้หน่วย คือ ความยาวของหลอดคลดเสียงต่อความยาวเส้นรอบวง ซึ่งได้ตัวเลขที่สามารถนำมาใช้ประกอบในการเลือกหลอดคลดเสียงและควรมีค่าความยาวต่อเส้นรอบวงมากกว่า 2 ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของหลอดคลดเสียงที่ควรมีค่ามากกว่าปริมาณของลำกล้องปืนตั้งแต่ 25 – 30 เท่า

4. ผลการทดสอบ

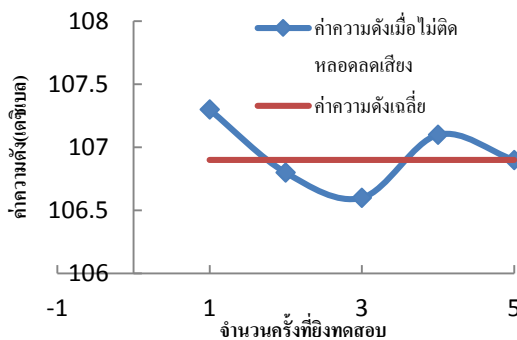
การทดสอบเริ่มจากการยิงปืนพกขนาด 9 มม. โดยไม่ติดตั้งหลอดคลดเสียงและทำการบันทึกผลการยิงทดสอบซึ่งทำการวัดค่าความดังของเสียงและค่าความเร็วต้นของกระสุนปืนขนาด 9 มม. ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความดังเสียงปืนและความเร็วต้นเมื่อไม่ติดหลอดคลดเสียง

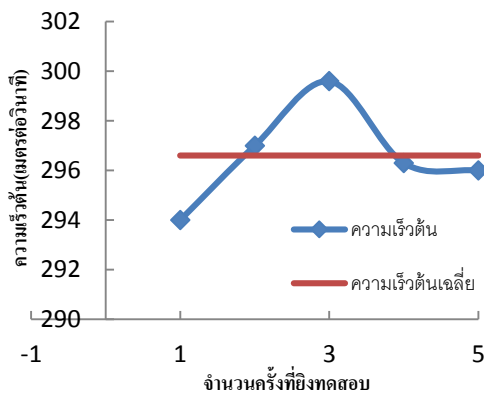
ยิงครั้งที่	ค่าความดังเมื่อไม่ติดหลอดคลดเสียง (dB)	ความเร็วต้นเมื่อไม่ติดหลอดคลดเสียง (m/s)
1	107.3	294
2	106.8	297
3	106.6	299.6
4	107.1	296.3
5	106.9	296

จากตารางที่ 3 ความดังเฉลี่ยเท่ากับ 106.9 dB และความเร็วต้นเฉลี่ยเท่ากับ 296.58 m/s

ผลการทดสอบจากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 สามารถนำมาแสดงความสัมพันธ์ในการยิงปืนเมื่อไม่ติด หลอดคลดเสียงดังรูปที่ 17 และรูปที่ 18 ดังนี้



รูปที่ 17 ความดังของเสียงปืน
เมื่อไม่ติดหลอดลดเสียง



รูปที่ 18 ความเร็วต้นเมื่อไม่ติดหลอดลดเสียง

การทดสอบได้เลือกใช้หลอดลดเสียงทำจาก กระบอกไฟฉายเพราะมีค่าความยาวต่อเส้นรอบวง เท่ากับ 2.8 หลอดมีปริมาตรกักเก็บเสียงได้ดีและแข็งแรง มากกว่าหลอดบีบีกัน ภายในบรรจุผงกันรูปกรวยตั้งแต่ 2 ห้อง 3 ห้อง 4 ห้อง 5 ห้อง 6 ห้อง และ 7 ห้อง ตามลำดับ เมื่อติดตั้งหลอดลดเสียงแล้วได้ยิงทดสอบแบบละ 3 นัด

นำมาหาค่าเฉลี่ยความดังของเสียงและความเร็วต้น ดังรูปที่ 19 รูปที่ 20 และบันทึกผลดังตารางที่ 4

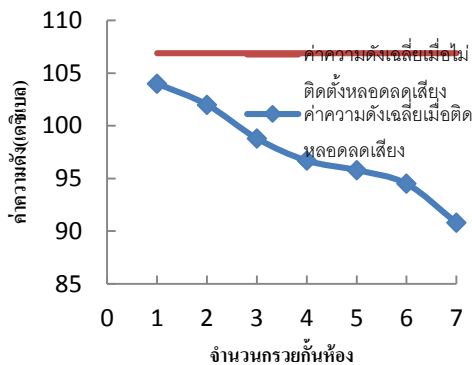


รูปที่ 19 หลอดลดเสียงทำจากกระบอกไฟฉายและผนัง
กันรูปกรวยขนาด 3.4 cm

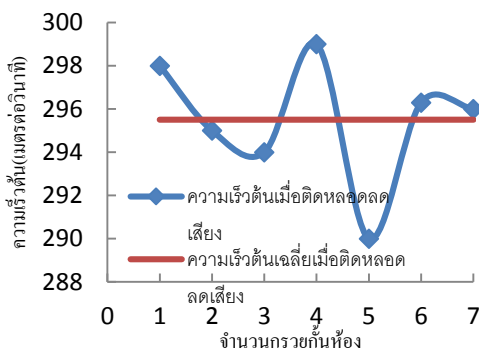


รูปที่ 20 การยิงทดสอบบันทึกความดังเสียง
ละความเร็วต้น

ผลการทดสอบจากตารางที่ 4 สามารถนำมาแสดงความสัมพันธ์ในการยิงปืนเมื่อติดหลอดลดเสียงดังรูปที่ 21 และรูปที่ 22 ดังนี้



รูปที่ 21 ความดังเสียงเมื่อติดหลอดลดเสียง

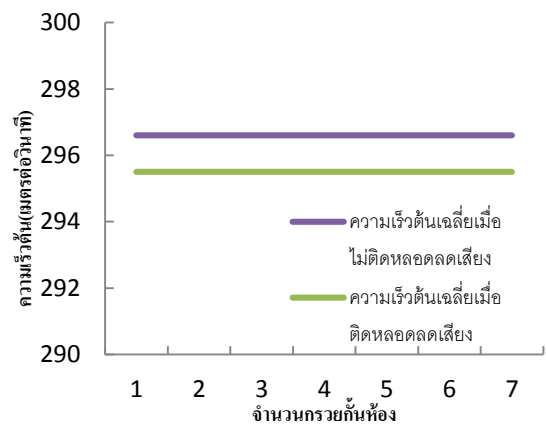


รูปที่ 22 ความเร็วต้นเมื่อติดหลอดลดเสียง

ตารางที่ 4 ความดังของเสียงปืนและความเร็วต้นเมื่อติดหลอดลดเสียง

จำนวนกรวยกันห้อง	ค่าความดังเฉลี่ยเมื่อติดหลอดลดเสียง (dB)	ความเร็วต้นเฉลี่ยของแต่ละแบบ (m/s)
1	104	298
2	102	295
3	98.8	294
4	96.7	299
5	95.8	290
6	94.5	296.3
7	90.8	296

จากรูปที่ 21 ความดังของเสียงปืนจาก 106.9 เดซิเบล ขณะไม่ติดหลอดเสียง ความดังลดลงเท่ากับ 90.8 เดซิเบล เมื่อทดสอบโดยติดหลอดลดเสียง หรือคิดเป็นการลดเสียงลงได้ 15 % และความเร็วต้นเฉลี่ยของกระสุนปืนลดความเร็วลงจาก 296.6 เมตรต่อวินาที เหลือ 295.5 เมตรต่อวินาที หรือคิดเป็น 0.37 % ดังแสดงในรูปที่ 22 และรูปที่ 23 ตามลำดับ



รูปที่ 23 ความเร็วต้นเมื่อไม่ติดหลอดลดเสียงเทียบกับความเร็วต้นเมื่อติดหลอดลดเสียง

5. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

บทความนี้ได้ศึกษาหลอดลดเสียงสำหรับปืนพกขนาด 9 มิลลิเมตร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดเสียงดังของปืนโดยใช้วัสดุรูปกรวยทำจากอลูมิเนียม โดยให้เกิดช่องว่างในการแทรกสอดจากก๊าซและแรงดันของกระสุนปืน โดยนำมาบรรจุในหลอดลดเสียงแล้วติดตั้งกับลำกล้องปืนพกขนาด 9 มิลลิเมตร น้ำหนักหัวกระสุน 130 เกรน มีความเร็วต่ำกว่าคลื่นโซนิกหรือน้อยกว่า 330 เมตรต่อวินาที หลอดลดเสียงที่ศึกษาทำจากกระบอกไฟฉายซึ่งทำจากวัสดุอลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 34 มิลลิเมตร ยาว 254 มิลลิเมตร การทดสอบได้กระทำโดยการยิงปืนพกด้วยการติดตั้งหลอดลดเสียง

และยังเข้าสู่เป้าหมายมาตรฐานที่ระยะ 10 เมตร ทดสอบครั้งละ 3 นัด วัดความดังของเสียงปืนด้วยเครื่องวัดเสียงตามมาตรฐาน IEC61672 ตำแหน่งการวัดระยะ 5 เมตรห่างจากจุดกำเนิดเสียง ผลการทดสอบพบว่าความดังของเสียงปืนเมื่อไม่ติดหลอดลดเสียงมีค่าเฉลี่ย 106.9 เดซิเบล มีความเร็วต้นเฉลี่ย 296.6 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบกับ การติดตั้งหลอดลดเสียงที่บรรจุกรวยได้สูงสุด 7 ชั้น หลอดจะลดความดังเสียงลงได้มากที่สุดเฉลี่ย 90.8 เดซิเบล คิดเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วต้นเฉลี่ย 295.5 เมตรต่อวินาที คิดเป็น 0.37 % เมื่อเทียบกับเสียงดังและความเร็วต้นขณะ ไม่ติดหลอดลดเสียงตามลำดับ การศึกษาหลอดลดเสียงในครั้งนี้พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการลดลงของเสียงดังจากกระสุนปืนนั้นมีอยู่ 2 ข้อด้วยกัน ข้อแรก คือ การลดความดันของก๊าซที่พุ่งออกจากปลอกกระสุนปืนด้วยความรุนแรงนั้นจะถูกกักด้วยช่องว่างทั้งด้านนอกและด้านในของกรวย ทำให้ระบายนความดันและลดความรุนแรงลง ข้อสอง เมื่อก๊าซที่ถูกระบายออกมาตามแนวรัศมีได้แทรกซึมเข้าสู่ช่องว่าง ทำให้เกิดการหน่วงเวลาและเกิดการสลายความดันก่อนที่จะสะท้อนกลับออกสู่บรรยากาศซึ่งทำให้มีความดันสัมผัสที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความดันของบรรยากาศจึงทำให้ลดเสียงลงได้ และเนื่องจากความดันของก๊าซที่ออกมาที่กระสุนปืนได้ถูกกักด้วยช่องว่างของผนังกรวยภายในหลอดลดเสียงจึงทำให้พลังงานในการขับเคลื่อนกระสุนนั้นลดลงตามไปด้วย เป็นผลทำให้ความเร็วต้นของกระสุนปืนลดลง แต่การลดลงของความเร็วต้นนั้นกลับทำให้กระสุนเข้าเป้าในระยะ 10 เมตรค่อนข้างแม่นยำและมีกลุ่มกระสุนที่ห่างจากวงกลมดำไม่มากนักดังรูปที่ 24 ความเร็วต้นของกระสุนที่ลดลงจะช่วยลดแรงสะท้อนกลับ (Recoil) ประกอบกับน้ำหนักของหลอดลดเสียงที่ติดปลายลำกล้องของปืนยังช่วยลดแรงกระดกขึ้น (Muscle rise) อีกด้วย



รูปที่ 24 กลุ่มกระสุนเมื่อยิงทดสอบ
ด้วยปืนติดตั้งหลอดลดเสียง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พันเอก ผศ.ดร.อโณทัย สุขแสงพนมรุ้ง ผู้อำนวยการกองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ที่ให้การสนับสนุนทั้งสถานที่และเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องเจาะ เครื่องเจียร และโต๊ะทำงาน เป็นต้น รวมทั้งเจ้าหน้าที่กองวิชาทุกคนที่ให้การช่วยเหลือในการทำงานจนทำให้งานวิจัยประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

ตัวแปรที่ควรทราบ

P	ความดันเสียง, N/m^2
P_0	ความดันเสียงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน, N/m^2
L	ระดับความเข้มเสียง, decibel

ตัวห้อย

0	จุดเริ่มต้น
i	ความดังเสียงจากแหล่ง
1	ความดังเสียงจากแหล่งที่ 1
2	ความดังเสียงจากแหล่งที่ 2
3	ความดังเสียงจากแหล่งที่ 3

เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญรักษ์ กาญจนวรวณิชย์, “ท่อเก็บเสียง(ปืน),” วารสารM-tec, (มกราคม-มีนาคม 2553): 17– 22.
- [2] Hiram Percy Maxim, “Action of the Maxim silencer and the difference between the report noise and Bullet-Flight noise explained,” Annual Report Smithsonian Institution, (1916): 193-198.
- [3] “เดซิเบลและความดัง,” เซน อคูสติก, ที่มา <http://www.zen-acoustic.com/decibel.html>.
- [4] “เสียง,” พลังงาน, ที่มา <http://byulharumei7bt.blogspot.com/p/2.htm>.
- [5] รศ.ดร.ประมุข โอศิริ, “ทฤษฎีเสียงและการวัด,” ภาควิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, ที่มา <https://jorpor9.files.wordpress.com>.
- [6] “Star Firestar M43 - Semi-automatic pistol,” Star Bonifacio Echeverria, S.A., ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Star_Firestar_M3.
- [7] “กระสุน 9 มม,” ภาพกระสุน, ที่มา <https://www.google.com/search?rlz=1C2CAFB&q=กระสุน+9+มม>.
- [8] “Lutron SL-4013 เครื่องวัดเสียง Class 2,” บริษัท เลกอะคอร์ตพร็อพเพอร์ตี้ จำกัด, ที่มา <https://legatool.com/th/sl-4013-sound-level-meter>.
- [9] “Ballistic precision chronograph อุปกรณ์วัดความเร็วกระสุนปืน,” บริษัท คาลด์เวลล์ ชูตติ้งซอฟต์วെയร์ จำกัด, ที่มา <http://outdoorvision.us/shooting/ballistic-precision-chronograph.html>.
- [10] “การศึกษาหาลดความเสี่ยงสำหรับปืนที่มีความเร็วกระสุนต่ำกว่าคลื่นโซนิก,” การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23 (NCCE-23), วิศวกรรมและเทคโนโลยีการป้องกันประเทศ, pp.396, 2561.

ประวัติผู้นำเสนอบทความ:



พันเอก บุญอนันต์ อนันต์เสาวภาคย์

ตำแหน่ง อาจารย์ กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

จบการศึกษา

ระดับปริญญาตรี : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2542

ระดับปริญญาโท : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2545

งานวิจัยที่สนใจ คือ ยุทธอุปกรณ์ทางทหาร พลังงานทดแทน และเครื่องมือกักตุนพลังงาน