อรรถวิท จันทอุปลี : การสร้างแบบจำลองการแพร่คลื่นความถี่วิทยุสำหรับย่านความถี่ต่ำภายในถ้ำ (THE MODELING OF RF WAVE PROPAGATION FOR LOW FREQUENCY IN CAVES)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ วงศ์สรรค์, 163 หน้า.

คำสำคัญ: การสื่อสารในถ้ำ/การแพร่กระจายคลื่น/การสร้างแบบจำลอง/การจำลอง/ถ้ำ

ปัจจุบันการสร้างแบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นวิทยุภายในถ้ำธรรมชาติยังคงเป็นเรื่องที่ท้าทาย การจำลองการแพร่กระจายคลื่นภายในอุโมงค์ถูกนำมาเปรียบเทียบกับทฤษฎีท่อนำคลื่น เนื่องจากผนังถ้ำเป็นสื่อนำไฟฟ้า ซึ่งแบบจำลองนี้มักใช้สำหรับความถี่สูงยิ่ง (Ultra-high frequency: UHF) ขึ้นไปเท่านั้น แบบจำลองท่อนำคลื่นดังกล่าวยังมีข้อจำกัดเนื่องจากความถี่ตัด (Cutoff frequency) จากขนาดของอุโมงค์ ที่ทำให้คลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ตัดเกิดการลดทอนสูงจนไม่สามารถแพร่กระจายได้ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติคลื่นเหล่านั้นสามารถแพร่กระจายภายในอุโมงค์ได้ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมภายในถ้ำนั้นแตกต่างจากอุโมงค์อย่างสิ้นเชิง ซึ่งสภาพแวดล้อมที่ไม่คงที่ภายในถ้ำยังส่งผลต่อการลดทอนคลื่นโดยตรงอีกด้วย วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอการสร้างแบบจำลองการแพร่คลื่นความถี่วิทยุสำหรับย่านความถี่ต่ำภายในถ้ำตามธรรมชาติ โดยใช้วิธีการวัดทดสอบส่งคลื่นวิทยุภายในโพรงถ้ำ ณ ถ้ำเชียงดาว (หินปูน) และถ้ำปาฏิหาริย์ (หินทราย) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบปัจจัย กลไกการแพร่กระจาย และพฤติกรรมของคลื่นที่ความถี่ 300 kHz, 1000 kHz, 1650 kHz, 2325 kHz และ 3000 kHz ซึ่งอยู่ในแถบความถี่ต่ำ (Low frequency: LF) และแถบความถี่กลาง (Medium frequency: MF) หลังจากนั้นจึงนำผลที่ได้มาศึกษาและพัฒนาแบบจำลองการลดทอนของคลื่นความถี่ต่ำภายในถ้ำ ด้วยสมมุติฐานที่ได้จากการวัดทดสอบคือคลื่นความถี่ต่ำสามารถแพร่กระจายเข้าไปในผนังถ้ำรอบ ๆ ได้ด้วยสมบัติของความลึกผิวซึ่งทำให้ขนาดทางไฟฟ้าของโพรงถ้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังนำแบบจำลอง 3 มิติของถ้ำในส่วนที่ใช้ทดสอบทั้งสองแห่งมาจำลองด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า CST Studio Suite เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการวัดทดสอบ แบบจำลองท่อนำคลื่นแบบจำลองที่นำเสนอและผลการจำลอง จากผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองความถี่ต่ำที่นำเสนอมีค่าการลดทอนที่ใกล้เคียงกับผลการวัดทดสอบและผลการจำลอง สุดท้ายนี้แนวคิดของแบบจำลองความถี่ต่ำที่นำเสนอสามารถนำไปใช้ในการทำนาย วิเคราะห์และวางแผนการสื่อสารภายในโพรงถ้ำได้ อีกทั้งยังพัฒนาการประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ต่ำในถ้ำ อุโมงค์หรือเหมืองใต้ดิน และองค์ความรู้ด้านแม่เหล็กไฟฟ้าในด้านต่าง ๆ ในอนาคต

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ATAWIT JANTAUPALEE: THE MODELING OF RF WAVE PROPAGATION FOR LOW FREQUENCY IN CAVES. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. RANGSAN WONGSAN, D.Eng., 163 PP.

Keyword: Cave communication/Wave propagation/Modeling/Simulation/Cave

The development of wireless communication technology within caves is still a challenge due to the physical characteristics of natural caves with non-uniform and complicated passages. The study of wave propagation inside a cave or tunnel in the past will be compared to waveguide theory because cave walls are electrically conductive. However, the waveguide model is limited as the cutoff frequency, determined by cave dimensions, attenuates frequencies below it. Despite theoretical limitations, lower frequencies can propagate in practice. Therefore, this thesis presents the modeling of RF wave propagation for low frequency in caves based on experimental study. The experimental study of the wave was measured at Chiang Dao Cave (limestone) and Patihan Cave (sandstone) to analyze factors, propagation mechanisms, and wave behavior at frequencies 300, 1000, 1650, 2325, and 3000 kHz, which are low-frequency (LF) and medium frequency (MF). The experimental results were used to develop a model for low-frequency wave attenuation within caves. The model assumes low-frequency waves can penetrate cave walls due to surface depth, increasing the electrical dimension. In addition, high-resolution 3D cave models were used to calculate the physical characteristics of the proposed model and further simulations using CST software. After that, comparisons between experimental results, the waveguide model, the proposed model, and CST simulations showed that the proposed model provides the most accurate attenuation values. The proposed model can be used to develop software for calculating the attenuation of low-frequency wave propagation inside the cave from other cave models. In conclusion, this research has significant implications for improving communication strategies in caves, tunnels, and underground mines, paving the way for future low-frequency wave applications.

School of Telecommunication Engineering Student's Signature .....

Academic Year 2023 Advisor's Signature .....