

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาผลกระทบเนื่องจากปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนที่ขอบของจานสะท้อนที่มีต่อสมรรถนะของระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลา เช่น แบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกล โพลาริเซชันร่วม โพลาริเซชันไขว้ อัตราขยาย และประสิทธิภาพต่าง ๆ และศึกษาผลการเปลี่ยนค่าปัจจัยของระบบสายอากาศที่มีต่อผลกระทบของการเลี้ยวเบนที่ขอบนี้ โดยได้ใช้ทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตและแนวความคิดเกี่ยวกับสเปกตรัมคลื่นระนาบมาวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 พบว่า ผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่ขอบของจานสะท้อนทำให้เกิดระลอกขึ้นบนการกระจายความเข้มของสนามไฟฟ้าบนระนาบหน้าจานทั้งขนาดและเฟส ซึ่งส่งผลให้เกิดการบิดเบี้ยวทางขนาดและตำแหน่งของจุดศูนย์ที่ตำแหน่งเชิงมุมไกล ๆ บนแบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกล ส่วนที่ตำแหน่งเชิงมุมใกล้ ๆ นั้นมีการบิดเบี้ยวทางขนาดและตำแหน่งของจุดศูนย์ไม่มากนัก โดยการบิดเบี้ยวดังกล่าวเกิดขึ้นทั้งบนแบบรูปอัตราขยายในแนวโพลาริเซชันร่วมและโพลาริเซชันไขว้ แต่สำหรับกรณีที่ใช้สายอากาศป้อนกำลังคลื่นแบบสมมาตรเป็นสายอากาศป้อนกำลังคลื่น การบิดเบี้ยวทางขนาดและตำแหน่งของจุดศูนย์เกิดขึ้นอย่างมากบนแบบรูปอัตราขยายในแนวโพลาริเซชันไขว้ นอกจากการบิด-เบี้ยวบนแบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลแล้ว ผลกระทบของปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่ขอบยังทำให้อัตราขยายในแนวแกนของสายอากาศ ประสิทธิภาพช่องเปิด ประสิทธิภาพของสายอากาศลดลงด้วย

เมื่อพิจารณาผลการเปลี่ยนค่าปัจจัยของระบบสายอากาศที่มีต่อผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนพบว่า เมื่อขนาดทางไฟฟ้าและระดับความเร็วที่ขอบของระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลาทั้งแบบสมมาตรและไม่สมมาตรเพิ่มขึ้น ผลกระทบของการเลี้ยวเบนที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มลดลง เช่น ขนาดระลอกที่เกิดขึ้นบนการกระจายความเข้มของสนามไฟฟ้าทั้งขนาดและเฟสลดลง การบิดเบี้ยวทางขนาดและตำแหน่งของจุดศูนย์บนแบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลเกิดขึ้นที่ตำแหน่งเชิงมุมไกลขึ้น และการลดลงของอัตราขยายในแนวแกนของสายอากาศ ประสิทธิภาพช่องเปิด และประสิทธิภาพของสายอากาศมีแนวโน้มที่ลดลง ในกรณีระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลาแบบไม่สมมาตรนั้น การลดลงของประสิทธิภาพของสายอากาศมีลักษณะเป็นรูปประฆังคว่ำโดยมีการลดลงมากที่สุดอยู่ที่ระดับความเร็วที่ขอบบนและขอบล่างค่าหนึ่ง ส่วนการเปลี่ยนค่าอัตราส่วนของระยะไฟกัสกับขนาดสายอากาศของระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลาแบบสมมาตรนั้น เมื่อค่าอัตราส่วนระยะไฟกัสกับขนาดสายอากาศนี้มีค่าลดลงทำให้ผลกระทบของการเลี้ยวเบนมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน

สำหรับในกรณีระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลาแบบไม่สมมาตรได้เปลี่ยนมุมเล็งของสายอากาศป้อนกำลังคลื่นพบว่า การลดลงของประสิทธิภาพช่องเปิดและอัตราขยายในแนวแกนมีแนวโน้มลดลงเมื่อมุมเล็งของสายอากาศป้อนกำลังคลื่น Ψ_r มากขึ้น ส่วนการลดลงของประสิทธิภาพของสายอากาศนั้นมีลักษณะเป็นรูปประฆังคว่ำโดยมีการลดลงมากที่สุดอยู่ที่มุมเล็งของสายอากาศป้อนกำลังคลื่น Ψ_r ค่าหนึ่ง และเมื่อเปรียบเทียบเทียบผลกระทบของการเลี้ยวเบนที่มีต่อระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลาแบบสมมาตรกับแบบไม่สมมาตรพบว่า เมื่อขนาดภาพฉายของจานสะท้อนมี

ขนาดเท่ากัน ผลกระทบจากการเลี้ยวเบนที่มีต่อระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิกแบบไม่สมมาตรมีมากกว่า เช่น มีการลดลงของอัตราขยายในแนวแกนที่มากกว่า เป็นต้น

เมื่อพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่ขอบที่มีต่อสมรรถนะของระบบสายอากาศพบว่า ผลกระทบดังกล่าวนี้เกิดขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิกมีระดับความเรียบที่ขอบและขนาดทางไฟฟ้า D/λ ไม่มากนัก นอกจากผลกระทบและแนวโน้มของผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่สลับไว้ข้างต้น ผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 สามารถนำมาใช้กำหนดขีดจำกัดของค่าปัจจัยบางอย่างเพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาในการคิดและไม่คิดผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนได้ซึ่งทำให้สามารถลดเวลาและความซับซ้อนในการคำนวณค่าขีดจำกัดเกี่ยวกับสมรรถนะของระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิก สำหรับในการออกแบบหรือสังเคราะห์ระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิกเพื่อใช้ในงานสื่อสารดาวเทียมและโครงข่ายไมโครเวฟภาคพื้นดินซึ่งไม่ต้องการความถูกต้องของแบบรูปอัตราขยายในแนวโพลาริเซชันรวมถึงตำแหน่งเชิงมุมไกล ๆ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบหรือสังเคราะห์ระบบสายอากาศเพื่อใช้งานดังกล่าวนี้โดยพิจารณาจากแบบรูปอัตราขยายในแนวโพลาริเซชันรวมทั้งตำแหน่งเชิงมุมใกล้ ๆ การลดลงของอัตราขยายในแนวแกน และประสิทธิภาพต่าง ๆ คือ

1. ไม่ต้องคิดผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนเมื่อ $D > 35\lambda$ สำหรับระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิกแบบสมมาตร
2. ไม่ต้องคิดผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนเมื่อ $D > 45\lambda$ สำหรับระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิกแบบไม่สมมาตร

เนื่องจากผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนไม่ได้ส่งผลให้ระดับพูข้างมากขึ้นจนไปรบกวนระบบสื่อสารดาวเทียมและโครงข่ายไมโครเวฟข้างเคียง

ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่กล่าวไว้ข้างต้นพบว่า ผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนมีผลกระทบต่อแบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลที่ตำแหน่งเชิงมุมไกล ๆ ดังนั้นในการออกแบบระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเพื่อใช้งานในลักษณะลำคลื่นแบบจุดซึ่งต้องการความถูกต้องเพียงที่ตำแหน่งเชิงมุมใกล้ ๆ นั้นผลกระทบจากการเลี้ยวเบนที่นำมาใช้คือ ผลกระทบที่มีต่อการลดลงของอัตราขยายในแนวแกนของสายอากาศเพราะว่าการผิดเพี้ยนทางขนาดและตำแหน่งของจุดศูนย์เกิดขึ้นไม่มากนัก และเนื่องจากการลดลงของอัตราขยายในแนวแกนของสายอากาศนั้นขึ้นอยู่กับค่าปัจจัยของระบบสายอากาศดังผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ซึ่งผลที่ได้นั้นสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบสายอากาศให้ได้อัตราขยายตามที่ต้องการโดยไม่ต้องคิดผลจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่ขอบได้ นอกจากนี้ผลกระทบที่มีต่อการกระจายความเข้มของสนามไฟฟ้าบนระนาบหน้าจานยังสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิกที่ใช้เป็นระบบสายอากาศในการสังเคราะห์คลื่นระนาบเพื่อใช้ในการวัดสายอากาศในย่านทดสอบแบบกระชับได้อีกด้วยโดยเพียงแต่ทำการเปลี่ยนระยะของระนาบหน้าจานไป นอกจากข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิเคราะห์แล้ว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อน กรรมวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ และวิธีที่ใช้ลดผลกระทบของปรากฏการณ์เลี้ยวเบนดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงวิธีการที่ใช้วิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ผลกระทบของปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่มีต่อสมรรถนะของระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนเดี่ยวรูปพาราโบลิกในวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้กรรมวิธีเชิงรังสีคือ กรรมวิธีทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต และทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิต

ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ง่ายในการทำความเข้าใจ และสามารถอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยวเบนได้อย่างชัดเจน แต่กรรมวิธีดังกล่าวมีจุดที่ควรทำการปรับปรุงคือ วิธีการที่ใช้ในการหาจุดที่เกิดการสะท้อน และการเลี้ยวเบน ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าเป็นปัญหาที่ควรนำมาศึกษาเพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการของนิวตัน-ราฟสันที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ และนอกจากการใช้กรรมวิธีเชิงรังสีแล้วการหาแบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลโดยกรรมวิธีการแปลงฟูรีเยร์ของสเปกตรัมคลื่นระนาบนั้นจำเป็นต้องอินทิเกรตสองชั้นซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้วิธีการของซิมป์สันมาประมาณหาค่าทำให้ต้องใช้เวลามากในการวิเคราะห์ ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าควรที่จะนำวิธีการอื่นมาใช้ เช่น อัลกอริทึมการแปลงฟูรีเยร์อย่างรวดเร็ว (fast fourier) เป็นต้น

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ ได้วางระนาบหน้างานอยู่ที่จุดโฟกัสโดยไม่ได้ทำการศึกษาถึงผลของระยะห่างจากขอบมายังระนาบ ซึ่งในความเป็นจริงสนามไฟฟ้าที่กระจายบนระนาบที่ระยะต่าง ๆ กันจะแตกต่างกัน ดังนั้นผลของระยะในการวางระนาบควรที่จะนำมาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้แบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลที่แม่นยำยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิเคราะห์ระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนคลื่น

ผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่ทำการวิเคราะห์ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้สมรรถนะของระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนคลื่นด้อยลง เนื่องจากยังมีปัญหาอย่างอื่นที่ทำให้ระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนคลื่นมีสมรรถนะด้อยลงอีก เช่น การบดบังของจานสะท้อนรองหรือสายอากาศป้อนกำลังคลื่น ความคลาดเคลื่อนของพื้นผิวสะท้อนไปจากพื้นผิวที่ต้องการ การเลื่อนทางตำแหน่งของสายอากาศป้อนกำลังคลื่น ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ควรจะนำมารวมเพื่อทำให้สามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบสายอากาศชนิดจานสะท้อนคลื่นให้มีสมรรถนะสูงสุด

3. ข้อเสนอแนะในการลดผลกระทบของปรากฏการณ์เลี้ยวเบน

ในการลดผลกระทบของปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่ขอบสามารถทำได้โดยทำให้สนามเนื่องจากการเลี้ยวเบนไม่เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นในทิศทางที่ไม่ต้องการ เช่น อาจใช้วัสดุดูดคลื่นคลื่นมาทำเป็นขอบของจานสะท้อน ทำการพับขอบของจานสะท้อนให้โค้งไปทางด้านหลังของจานสะท้อน หรือทำให้ขอบเป็นรูปฟันเลื่อย (serrated edges) (P. A. Beeckman, 1986) ซึ่งในการพับขอบจานสะท้อนคลื่นไปทางด้านหลังของจานสะท้อนนั้นเป็นเพียงการลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เลี้ยวเบนที่มีต่อแบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลในทิศทางด้านหน้าของจานสะท้อน แต่อาจจะทำให้แบบรูปการแผ่พลังงานย่านสนามไกลในทิศทางด้านหลังของจานสะท้อนมีระดับสูงขึ้น