



แอนไอโซโทรปีไดอิเล็กทริกและเหตุผลสนับสนุน
ไม้หน้าตัดปลาย: การวางแนวทางเดินโหนด
เชิงความจุในแท่นรองสายเคเบิลไม้ที่เป็นกล
างทางแม่เหล็ก



แอนไอโซโทรปีไดอิเล็กทริกและเหตุผลสนับสนุนไม้หน้าตัดปลาย: การวางแนวทางเดินไหลเชิงความจุในแก่นรองสายเคเบิลไม้ที่เป็นกลางทางแม่เหล็ก

A. Bosque, Y. Tanaka, M. Ferro, H. Park

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

บทคัดย่อ

แก่นรองสายเคเบิลไม้คือวัตถุไดอิเล็กทริกที่อยู่ในสนามใกล้ของตัวนำสัญญาณ ดังนั้นสิ่งที่มันเพิ่มให้การติดตั้งคือความจุแบบกระจายและขึ้นกับทิศทาง ต่อต้านกับสายเคเบิล ในงานหลักเรื่องการจัดเกรตความเป็นกลางของไม้ (Bosque, Ferro, Park and Tanaka, 2026) มีการระบุแนวเสี้ยนเป็นตัวแปรออกแบบ และเลือกการกักแบบ end-grain-vertical ด้วยเหตุผลทางกลกับไดอิเล็กทริกที่ร่วมกันซึ่งกล่าวไว้ในหัวข้อเดียว บทความคู่กันนี้พัฒนาเหตุผลนั้นอย่างเต็มรูปแบบ ไม่มีสมบัติไดอิเล็กทริกแอนไอโซทรอปิก ทั้งสภาพยอมทางไฟฟ้าสัมพัทธ์ ϵ_{ps_r} และแกนเจตการสูญเสีย $\tan \delta$ สูงกว่าในแนวเสี้ยนเมื่อเทียบกับแนวขวาง โดยแกนตามเสี้ยนสูงกว่าแนวขวางทั้งสอง เพราะเรขาคณิตของเซลล์ tracheid กับ vessel แบบท่อและโฟลของน้ำยัดเหนียวซึ่งครองการเกิดโฟลาไรซ์วางแนวตามเส้นใย เรารายงานการวัด ϵ_{ps_r} และ $\tan \delta$ ของไม้สักศูนย์สูตรด้วยเครื่องวิเคราะห์หุ้มพีและเซลล์แผ่นขนานมีการวัดตามแกนกายวิภาคทั้งสาม (แนวยาว L แนวรัศมี R แนวสัมผัส T) ที่ความถี่ 8, 12 และ 16 percent ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 10 MHz โดยยืนยันอัตราส่วนแอนไอโซโทรปี $\epsilon_{ps_L} / \epsilon_{ps_T}$ ที่ 1.24 ถึง 1.31 ณ ความถี่เสียงและความถี่ 12 percent จากค่าคงที่เหล่านี้ เราสร้างแบบจำลองความจุกระจายของสายเคเบิลซึ่งวางในร่องรองที่กักเหนียวเอาไว้ แล้วคำนวณส่วนความจุต่อลือกสำหรับการกัก end-grain-vertical เทียบกับ face-grain ทิศทางทั้งสอง แตกต่างกันในระดับที่วัดได้ โดย end-grain ให้ความจุอ้างอิงสายเคเบิลต่ำกว่า เพราะวางแนวขวางที่มีสภาพยอมต่ำไว้ในระนาบแนวนอนซึ่งสนามสายเคเบิลแรงที่สุด และสแกนแนวยาวที่มีสภาพยอมสูงไว้ให้แนวรับแรงแนวตั้ง ซึ่งไม่เป็นโทษทางไฟฟ้าและเหมาะที่สุดทางกล การกวาดมุมเสี้ยนพบค่าคู่ควบต่ำสุดที่ end-grain แท้จริง เราปิดท้ายด้วยการตั้งข้อสังเกตว่าเดิมที end-grain ถูกกำหนดเพราะความแข็งแรงอัด และเหตุผลทางไดอิเล็กทริกซึ่งได้มาอย่างอิสระในภายหลัง สอดคล้องกับเหตุผลทางกลซึ่งยืนยันเหตุผลนั้น

1. บทนำ

แก่นรองสายเคเบิลไม้ได้พาสัญญาณ มันนั่งอยู่ข้างสัญญาณ มีคือเหตุผลพอดีที่ทบทบททางไฟฟ้าของมันถูกมองข้ามได้ง่าย บล็อกไม้ได้สายเคเบิลเห็นได้ชัดว่าไม่อยู่ในวงจร และชวนให้สรุปว่าองค์ประกอบ เสี้ยน และแนวขวางเป็นเรื่องของช่างทำตู้ มิใช่วิศวกร บทความหลักด้านการจัดเกรตความเป็นกลาง (Bosque, Ferro, Park and Tanaka, 2026) เสนอเหตุผลครึ่งทางแม่เหล็กว่าแก่นรองที่สัมผัสตัวนำอย่างต่อเนื่องเป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมสนามใกล้ของตัวนำนั้น และปริมาณพาราแมกเนติกตกค้างเป็นข้อมูลเข้าที่วัดได้ของการติดตั้ง มีข้อมูลลักษณะแตกต่าง ส่วนครึ่งทางไดอิเล็กทริกถูกจัดการในหัวข้อเดียว บทความนี้คือหัวข้อนั้น ซึ่งขยายให้ยาวเท่าที่ฟิสิกส์สมควรได้รับ

ข้อเท็จจริงทางไฟฟ้าที่ว่าลือกอยู่ข้างสายเคเบิลแทนที่จะอยู่ภายในไม่ได้ตัดมันออกจากวงจร แต่กำหนดลักษณะการคู่ควบ วัตถุไดอิเล็กทริกในสนามของตัวนำเก็บพลังงานเชิงความจุ และความจุกระจายที่ต่อต้านกับสายส่งคือโหลด ขนาดเล็กแต่มีอยู่จริง โดยขนาดขึ้นกับสภาพยอมของวัตถุและแนวของสภาพยอมนั้นเทียบกับสนาม ไม้ไม่ใช่ไดอิเล็กทริกไอโซทรอปิก สภาพยอมขึ้นกับทิศทาง ดังนั้นแก่นรองไม้จึงมีส่วนร่วมทางไดอิเล็กทริกเพียงค่าเดียว แต่มีสามค่า ซึ่งเลือกได้ทีละค่าด้วยมุมตัดก่อนไม้

ข้ออ้างของบทความนี้มีขอบเขตแคบและเป็นเชิงปริมาณ คือแนว end-grain-vertical ที่กำหนดสำหรับ Equatorial Elevation Block--มองเหินวงป็นหน้าบน เส้นใยวิ่งลงในแนวตั้งตามแนวรับแรง--เป็นแนวที่ทำให้ความจุอ้างอิงสายเคเบิลของบล็อกต่ำสุด ค่าต่ำสุดนั้นวัดได้มิใช่เพียงเชิงแนวคิด และตรงกับแนวที่เลือกไว้แล้วด้วยเหตุผลทางกล เราไม่ได้อ้างว่าผลมีขนาดใหญ่ เราอ้างเพียงว่ามันมีเครื่องหมายขนาด และมีทิศที่พึงเลือก และผู้ผลิตที่กักบล็อกอีกทางเพื่อให้ได้ลายไม้ด้านข้างที่สวยงามกว่า ได้ย่นตัวเลขไปในทิศผิดโดยไม่รู้ว่าตัวเลขนั้นมีอยู่

2. แอนไอโซโทรปีไดอิเล็กทริกของไม้

ไม้คือของแข็งเซลล์ลาร์ที่สร้างจากเซลล์ยาว กลวง และเรียงแนวตามแกน--tracheids ในไม้เนื้ออ่อน และเส้นใยกับ vessels ในไม้เนื้อแข็งอย่างไม้สัก--ซึ่งแกนยาวกำหนดแนวเสี้ยน เรขาคณิตนี้เป็นต้นกำเนิดแอนไอโซโทรปีทางกลที่ช่างไม้ทุกคนรู้จัก และเป็นต้นกำเนิดแอนไอโซโทรปีไดอิเล็กทริกซึ่งเป็นที่รู้จักน้อยกว่า แต่มีอยู่จริงพอๆและมีเอกสารมานานแล้ว (James, 1975; Torgovnikov, 1993)

มีกลไกสามประการที่ทำให้สภาพยอมขึ้นกับทิศทาง และทั้งสามสนับสนุนแกนแนวยาว ประการแรกผนังเซลล์เองก่อทางเดินที่เกิดโฟลาไรซ์ได้อย่างต่อเนื่องตามเส้นใยและขาดช่วงในแนวขวาง ดังนั้นโฟลาไรซ์ระหว่างผิว (Maxwell-Wagner) ที่ขอบเขตผนังกับลูเมนจำนวนมากจึงสะสมตามแนวเสี้ยนมากกว่า ประการที่สองน้ำยัดเหนียวในผนังเซลล์--ผู้มีส่วนหลักต่อสภาพยอมของไม้ยกเว้นสภาวะแห้งที่สุด--อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ตำแหน่ง hydroxyl และโครง micro-fibrillar เรียงแนวตามเส้นใย ทำให้โฟลาไรซ์เชิงทิศของโฟลน้ำยัดเหนียวเกิดตามเสี้ยนได้ง่ายกว่าแนวขวาง ประการที่สาม ทิศทางสองทิศได้แก่ แนวรัศมี R และแนวสัมผัส T ต่างกันเพียงเล็กน้อย และทั้งคู่ต่ำกว่าค่าแนวยาว L มาก ผลที่พบสม่ำเสมอในวรรณกรรมคือการเรียงลำดับ $\epsilon_{ps_L} > \epsilon_{ps_R} \sim \epsilon_{ps_T}$ โดยแกนเจตการสูญเสียเรียงลำดับเดียวกัน และอัตราส่วนแอนไอโซโทรปี $\epsilon_{ps_L} / \epsilon_{ps_T}$ โดยทั่วไปอยู่ที่ 1.2 ถึง 1.5 สำหรับไม้เนื้อแข็งเขตอบอุ่นและเขตร้อนในช่วงดูดซับความชื้น

ค่าสัมบูรณ์ไม่สูงและถูกรอบจ้งด้วยความชื้น ไม้แห้งด้วยเตาไม้ค่าใกล้เคียง $\epsilon_{ps_r} = 2$ ถึง 3 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วต่อเนื่องเมื่อความชื้นสูงขึ้น เพราะน้ำยัดเหนียวแต่ละส่วนที่เพิ่มเข้ามาเพิ่มโฟลาไรซ์ในคลังที่เกิดโฟลาไรซ์ได้ ความชื้นนี้คือเหตุผลที่ความชื้น มิใช่ชนิดไม้ เป็นการจัดใหญ่ที่สุดต่อส่วนร่วมทางไดอิเล็กทริกของแก่นรอง และจะกล่าวในหัวข้อ 5 สำหรับเหตุผลเรื่องแอนไอโซโทรปี ประเด็นสำคัญเป็นเรื่องโครงสร้าง มิใช่ตัวเลข ทิศที่มีสภาพยอมสูงสุดคือทิศของเส้นใย และทิศนั้นกำหนดโดยช่างไม้ ไม่ใช่ต้นไม้

3. การวัด: สภาพยอมและการสูญเสียตามแกนสามทิศ

เราวัด ϵ_{ps_r} และ $\tan \delta$ บนชิ้นทดสอบไม้สักที่กัดตามแกนกายวิภาคทั้งสาม เพื่อให้สนามจากเซลล์แผ่นขนานวิ่งผ่านตัวอย่างตามแนวยาว แนวรัศมี และแนวสัมผัสตามลำดับ ชิ้นทดสอบเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้านละ 40 mm หน้า 3.0 mm ใส่น้ำให้เรียบและขนานภายใน ± 10 micrometres ตัดจากก่อนไม้ศูนย์สูตรเกรด 5N จำนวนสามก้อนที่คัดเลือกตามโพรงโคลหลัก เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนทางแม่เหล็กบริเวณค่าทางไดอิเล็กตริก ชุดชิ้นทดสอบแต่ละชุดได้รับการปรับสภาพให้สมดุลที่ความชื้นสามค่า--8, 12 และ 16 percent--ในห้องความชื้น และตรวจยืนยันความชื้นด้วยกราวิเมตริกเทียบกับมวลแห้งด้วยเตาเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ

เซลล์เป็นฟลักซ์เจอร์แผ่นขนานมีกักรัดชนิดที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ (Tanaka and Park, 2022) ขับด้วยเครื่องวิเคราะห์หิมพ์แดนซ์ Keysight E4990A ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 10 MHz วงแหวนการรบกวน fringing เพื่อให้ความจุที่วัดได้สอดคล้องกับพื้นที่เล็กที่เลือกซึ่งกำหนดไว้ และสภาพยอมที่สกัดได้เป็นค่ามวลรวมของวัสดุ มิใช่ค่าประมาณที่ปนเปื้อนจากขอบ; แกนเด่นของการสูญเสียอ่านโดยตรงเป็นตัวประกอบการสลายของฟลักซ์เจอร์ การสัมผัสผ่านชั้นคั้นอัลลาสโตเมอร์นำไฟฟ้าบาง เพื่อรองรับความขรุขระผิวตลิ่งของหน้าตัดโดยไม่ใช่ทางซึ่งจะเพิ่มโพลาริซชันของตนเอง

ที่ความชื้น 12 percent และ 1 kHz ไม้สักให้ $\epsilon_{ps_L} = 2.64$, $\epsilon_{ps_R} = 2.09$ และ $\epsilon_{ps_T} = 2.02$ เป็นอัตราส่วนแอนไอโซโทรปี $\epsilon_{ps_L} / \epsilon_{ps_T}$ เท่ากับ 1.31 และ $\epsilon_{ps_L} / \epsilon_{ps_R}$ เท่ากับ 1.26; แกนขวางทั้งสอง ตรงกันภายใน 4 percent ตามคาด แกนเด่นของการสูญเสียเรียงแบบเดียวกัน โดย $\tan \delta$ เท่ากับ 0.021 ตามแนวเสี้ยนและ 0.014 ถึง 0.015 ในแนวขวาง ตลอดย่านเสียงตั้งแต่ 20 Hz ถึง 20 kHz สภาพยอมคงที่ภายใน 3 percent และอัตราส่วนแอนไอโซโทรปีอยู่ระหว่าง 1.24 กับ 1.31 การเพิ่มความชื้นเป็น 16 percent ยกทุกค่าขึ้น-- ϵ_{ps_L} ถึง 3.08--และที่น้ำสังเกตร้อยยวแอนไอโซโทรปีเล็กน้อย เพราะน้ำยึดเหนี่ยวที่เพิ่มเกิดโพลาริซชันตามแกนที่เอื้อได้มากกว่า การทำให้แห้งถึง 8 percent ลดทั้งค่าสัมบูรณ์และอัตราส่วน ดังนั้นแอนไอโซโทรปีจึงไม่ใช่ค่าคงที่วัสดุตายตัว แต่เป็นค่าที่ปรับตามความชื้น โดยแรงที่สุดจุดที่ไม่พึงประสงค์ที่สุด (เปี้ยก) และอ่อนที่สุดเมื่อวัสดุแห้งที่สุด; ที่ข้อกำหนดส่งมอบ 12 $\pm$ 1 percent ค่านี้แยกวัดได้ชัดเจนและมีเสถียรภาพ

4. แบบจำลองความจุกระจายของร่องรอง สายเคเบิล และเสาไม้

การแปลงสภาพยอมสามค่าเป็นการตัดสินใจออกแบบต้องใช้เรขาคณิตของการคู่ควบ สายเคเบิลไม่ได้วางบนบล็อกแบน แต่ปักในร่องรองโค้งตื้นที่กดลงในหน้าบน ทำให้ส่วนโค้งหนึ่งของปลอกสายเคเบิลห่างจากไม้เพียงความหนาผนังปลอก ไม้ตรงใต้ส่วนโค้งนั้น--เสาแนวตั้งสั้นซึ่งวิ่งจากกันร่องลงสู่ตัวบล็อก--คือบริเวณที่สนามระหว่างตัวนำกับทางกลับกราวด์ระยะไกลแรงที่สุด และเป็นที่เก็บความจุระหว่างสายเคเบิลกับแท่นรองส่วนใหญ่ ไม้ที่ออกไปด้านข้างและลึกลงไปยังส่วนร่วมด้วยน้ำหนักที่ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อสนามแผ่และอ่อนลง

เราจำลองสิ่งนี้เป็นความจุกระจายต่อหน่วยความยาวแนวเดิน โดยหาปริพันธ์พลังงานสนามเฉพาะที่ผ่านปริมาตรไม้ได้และรอบร่องรอง พร้อมใส่แกนเซอร์สภาพยอมของไม้ที่ละแกน โครงสร้างนี้เป็นแบบมาตรฐานสำหรับไดอิเล็กตริกแอนไอโซโทรปิก องค์ประกอบสนามแนวตั้งสัมผัสสภาพยอมแกนตั้ง องค์ประกอบแนวนอนสัมผัสสภาพยอมแกนนอน และเนื่องจากร่องรองรวมสนามไว้ในบริเวณเกือบแนวตั้งตรงใต้ตัวนำ ขณะที่ทางกลับซึ่งปิดความจุแผ่ออกและลงผ่านสี่ข้างของเสาไม้ สภาพยอมแนวนอนจึงรับส่วนแบ่งพลังงานสะสมมากกว่า ผลลัพธ์แบบจำลองคือค่าหนึ่งเดียวที่นำเสนอทางวิศวกรรม ได้แก่ ความจุที่บล็อกเพิ่มให้สายเคเบิล หน่วย picofarads ต่อบล็อก ในฐานะฟังก์ชันของแนวแกนเซอร์สภาพยอม

มีแนววางที่น่าสนใจในทางปฏิบัติสองแบบ การกัด end-grain-vertical วางแกนแนวยาว L ในแนวตั้งตามแนวรับแรง และปล่อยแกนขวางต่ำ R กับ T ทั้งสอง ให้อยู่ในระนาบแนวนอน การกัด face-grain (flat-sawn เลื่อยแนวนอน) วางแกนแนวยาว L ในระนาบแนวนอน ซึ่งถูกองค์ประกอบสนามแนวนอนที่แรงสัมผัส และตั้งแกนขวางหนึ่งแกนในแนวตั้ง เมื่อป้อนค่าที่วัดได้ที่ความชื้น 12 percent เข้าแบบจำลองสำหรับเรขาคณิตร่องรองตัวแกน (เส้นผ่านศูนย์กลางสายเคเบิล 12 mm ร่องรองรัศมี 3 mm บล็อกสูง 60 mm ทางกลับกราวด์สมมติที่ระยะแซซซี) ได้ประมาณ 1.9 pF ต่อบล็อกสำหรับแนว end-grain และประมาณ 2.3 pF ต่อบล็อกสำหรับแนว face-grain--ต่างกันเกือบ 0.4 pF หรือราว 18 percent ซึ่งเกิดจากมุมตัดเพียงอย่างเดียว ต่อบล็อกถือว่าเล็ก แต่มีอยู่จริง ทำซ้ำได้ มีเครื่องหมายเดียว และไม่มีต้นกุ่ม ผู้ผลิตเสียเพียงการตัดสินใจวางก่อนไม้ให้ถูก และผลสะสมตลอดบล็อกหลายชิ้นในแนวเดินเต็ม

5. การกวาดมุมเสี้ยนและความไวต่อความชื้น

แนววางที่มีข้อกังขาทั้งสอง คือปลายของความต่อเนื่อง และควรยืนยันว่า end-grain เป็นค่าต่ำสุดจริง มิใช่เพียงตัวเลือกที่ดีกว่าในสองตัวเลือกตามอำเภอใจ เรากัดชิ้นทดสอบชุดหนึ่งที่มุมเสี้ยนตั้งแต่ 0 deg (เลื่อยแนวตั้ง end-grain แท้) ผ่าน 30, 45, 60 ไปถึง 90 deg (เลื่อยแนวนอน face-grain) เทียบกับแกนรับแรง แล้ววัดแต่ละชิ้นในเรขาคณิตแบบจำลองร่องรองโดยจ่ายพลังงานให้ตัวนำด้านบน ความจุอ้างอิงสายเคเบิลเพิ่มขึ้นแบบโมโนโทนิคตามมุมเสี้ยน จากค่าต่ำสุด end-grain ที่ 0 deg ถึงค่าสูงสุด face-grain ที่ 90 deg โดยเป็นไปตามน้ำหนัก $\cos^2$ ที่แบบจำลองแกนเซอร์ทำนายอย่างใกล้ชิด เมื่อแกนแนวยาวสภาพยอมสูงหนาเข้าสู่สนามแนวนอนมากขึ้น เส้นโค้งตื้นใกล้ 0 deg--ความคลาดเคลื่อนการกัดไม่ท้องคาแทบไม่มีต้นกุ่ม--และชันที่สุดช่วงกลางการกวาด ดังนั้นบทลงโทษของการตัดที่สะเพร่าจริงจึงมากกว่าของการตัดที่ตั้งใจดีแต่ไม่สมบูรณ์ ค่าต่ำสุดอยู่ที่ end-grain แท้ และเป็นค่าต่ำสุด ไม่ใช่จุดเปลี่ยนความโค้ง

ความชื้นเลื่อนเส้นโค้งทั้งหมดในแนวตั้งโดยไม่ย้ายตำแหน่งค่าต่ำสุด เพราะสภาพยอมเพิ่มอย่างรวดเร็วตามน้ำยึดเหนี่ยว บล็อกที่เคลื่อนจากความชื้น 12 เป็น 16 percent เพิ่มความจุสัมบูรณ์มากกว่าความแตกต่าง end-grain ถึง face-grain ทั้งหมดที่ความชื้นคงที่--การจัดความชื้นใหญ่กว่าการจัดแนววาง แต่ทั้งสองเป็นอิสระจากกัน การทำให้ไม้เปียกยกพื้นขึ้น ไม่เปลี่ยนว่าแนวใดต่ำสุด แนววางและการปรับสภาพจึงเป็นตัวควบคุมที่เกี่ยวพันกัน และต้องใช้ทั้งคู่ นี่คือพื้นฐานจากการวัดสำหรับการรอบก่อนไม้ผ่านการจัดเกรดทุกก่อนที่ต้นทางถึง 12 $\pm$ 1 percent และสำหรับการตรวจความชื้นประจำปีในตารางบำรุงรักษา แนววางถูกวัดไว้ถาวรและไม่เคลื่อน แต่ความชื้นที่ปรับขนาดมันเคลื่อนได้ และแท่นรองที่ปล่อยให้สมดุลกับห้องชื้นจะค่อย ๆ สละระยะเพื่อที่โต๊ะกัดทำไว้

เราตั้งข้อสังเกตไว้ด้วยว่า ความสอดคล้องของแกนขวางซึ่งวัดในหัวข้อ 3 ทำให้การเลือกระหว่างการนำเสนอแวนริสกับแนวสัมผัสในระนาบแนวนอนไม่มีความหมายภายในความไม่แน่นอนของการวัด; บล็อกอาจหมุนทำดัชนีรอบแกนตั้งเพื่อให้ง่ายขึ้นนับบนடுத்தที่ได้โดยไม่มีผลทางไดอิเล็กทริก ตรงใดที่เส้นใยยังเป็นแนวตั้ง

6. อภิปราย: เหตุผลสองชุด แนววางเดียว

แนว end-grain ไม่ได้ถูกเลือกเพราะพฤติกรรมไดอิเล็กทริก แต่เลือกเพราะ end-grain เป็นวิธีรับแรงอัดของไม้ที่แข็งและแข็งแรงที่สุด เมื่อเส้นใยตั้งแนวตั้ง ไหลตึงจะถูกพาตามเซลล์ก่อนในทิศทางที่แข็งแรงที่สุด และบล็อกด้านหน้าหลักสติกของแนวสายเคเบิลกับการกดของการติดตั้งด้วยการคืบต่ำสุดและการเปลี่ยนมีติน้อยสุด มีคือวิศวกรรมไม้เก่าแก่ซึ่งไม้ข้อโต้แย้ง และได้กำหนดข้อกำหนดการกักตุนมีการวัดสภาพยอมใด ๆ

การวัดไดอิเล็กทริกที่รายงานในที่นี้ทำภายหลัง และโดยหลักอาจขัดกับตัวเลือกทางกล--แกนตามเสียนอาจเป็นแกนสภาพยอมต่ำ ซึ่งกรณีนั้นการตั้งในแนวตั้งจะถูกทางกลแต่ผิดทางไฟฟ้า และจำเป็นต้องประเมินประนีประนอม แต่ผลไม่ขัดกัน แกนตามเสียนคือแกนสภาพยอมสูง ดังนั้นการตั้งในแนวตั้งจึงนำมันออกจากกระบวนแนวนอนที่สนามสายเคเบิลแรงที่สุด ซึ่งตรงกับสิ่งที่แบบจำลองความต้องการ แนวที่เหมาะสมที่สุดทางกลเป็นแนวที่เรียบที่สุดทางไดอิเล็กทริกอย่างเป็นอิสระเช่นกัน เหตุผลทั้งสอง สร้างจากฟิสิกส์ต่างกัน ในเวลาต่างกัน โดยผู้ที่กำลังแก้ปัญหาต่างกัน และเลือกการตัดเดียวกัน

เราไม่ได้ผูกนักสติกกับค่าความสอดคล้องนี้ วัสดุแอนไอโซทรอปิกมักมีแกนแข็งตรงกับแกนสภาพยอมสูง เพราะสมบัติทั้งคู่ย้อนกลับไปถึงโครงสร้างจุลภาคเรียงแนวเดียวกัน และไม้สักก็เป็นวัสดุเช่นนั้น แต่ผลเชิงปฏิบัติยังคงอยู่ ผู้ผลิตที่ทำตามเหตุผลทางกลเพียงอย่างเดียวจะมาถึง end-grain และลดการคู่ควบเชิงความจุให้ต่ำสุดโดยไม่ตั้งใจ ผู้ผลิตที่ฝันเหตุผลทางกลเพื่อให้ได้ลายไม้ด้านข้างประนีประนอมเสียทั้งสองด้านพร้อมกัน การบรรจบกันไม่ใช่เรื่องบังเอิญที่ต้องพิสูจน์เท่ากับเป็นเหตุให้เชื่อถือข้อกำหนด เมื่อสายเหตุผลอิสระสองสายสิ้นสุดที่ตัวเลขเดียวกัน ตัวเลขนั้นย่อมมีแนวโน้มถูกต้องมากกว่า

7. ข้อสรุป

ไม้เป็นวัสดุไดอิเล็กทริกแอนไอโซทรอปิก และแผ่นรองสายเคเบิลไม้คือวัตถุนั้นซึ่งอยู่ในสนามใกล้ของตัวนำ ส่วนร่วมต่อการติดตั้งคือความจุกระจายขนาดเล็กซึ่งผู้ผลิตกำหนดขนาดที่ใดก็ได้ ไม่ว่าจะรู้หรือไม่ เราวัดสภาพยอมกับการสูญเสียสามแกนของไม้สักศูนย์สูตร ยืนยันการเรียงตามค่า $\epsilon_{\text{eps_L}} > \epsilon_{\text{eps_R}} \sim \epsilon_{\text{eps_T}}$ ด้วยอัตราส่วนแอนไอโซทรอปิกใกล้ 1.3 ที่ความถี่สูงและนำค่าคงที่เหล่านั้นผ่านแบบจำลองความจุของร่องรองกับเสาไม้ สู่ตัวเลขประสิทธิภาพ--picofarads ต่อบล็อก--ซึ่งแตกต่างอย่างวัดได้ระหว่างการวัด end-grain กับ face-grain ค่า end-grain ต่ำกว่าอยู่ราว 0.4 pF และ 18 percent ในเรขาคณิตตัวแทน และการกวาดมุมเสียนยืนยันว่าเป็นค่าต่ำสุดจริง

ระยะเพื่อต่อบล็อกมีขนาดเล็ก และเราปฏิเสธที่จะกล่าวเกินจริง สิ่งที่เรายืนยันมีเพียงว่าบนมืออยู่จริง มีทิศทางที่พึงเลือก และทิศทางที่พึงเลือกคือทิศทางที่กำหนดไว้แล้วด้วยเหตุผลทางกล Equatorial Elevation Block ถูกจัดแบบ end-grain-vertical เพราะ end-grain เป็นวิธีรับไหลตึงที่แข็งแรงที่สุด; การวิเคราะห์ไดอิเล็กทริกซึ่งรายงานที่นี่ดำเนินภายหลังและยืนยันว่าการตัดเดียวกันเรียบที่สุดทางไดอิเล็กทริกด้วยทุกบล็อกส่งมอบโดยหัน end-grain ขึ้น อบแห้งถึง 12 +/- 1 percent ไม่เคลือบผิว พร้อมเกรดและค่าคงที่ที่วัดได้บนใบรับรอง เราขอเชิญผู้อ่านถามผู้ผลิตแผ่นรองไม้อื่นว่าเสียนของพวกเขาวิ่งทางใด และเพราะเหตุใด

เอกสารอ้างอิง

- [1] James, W. L. (1975). สมบัติไดอิเล็กทริกของไม้และฮาร์ดบอร์ด: ความแปรผันตามอุณหภูมิ ความชื้น และความชื้น. USDA Forest Service Research Paper FPL-245, Forest Products Laboratory, Madison.
- [2] Torgovnikov, G. I. (1993). สมบัติไดอิเล็กทริกของไม้และวัสดุฐานไม้. Springer-Verlag, Berlin.
- [3] Skaar, C. (1988). ความสัมพันธ์ระหว่างไม้กับน้ำ. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin.
- [4] Norimoto, M. (1976). สมบัติไดอิเล็กทริกของไม้. Wood Research: Bulletin of the Wood Research Institute, Kyoto University, 59/60, 106-152.
- [5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). การจัดเกรดความเป็นกลางทางแม่เหล็กของไม้โครงสร้าง: การจำแนกความบริสุทธิ์แบบ N-grade สำหรับวัสดุรองรับเสียง. Journal of Equatorial Audio Science, 7(2), 44-71.
- [6] Tanaka, Y., Park, H. (2022). การวัดสภาพยอมด้วยแผ่นขนานมีการัดสำหรับของแข็งแอนไอโซทรอปิกสูญเสียต่ำ. Journal of Equatorial Audio Science, 3(1), 12-29.