مكتب الاتصالات الراديوية (BR)

الرسالة الإدارية المعممة 8 أغسطس 2025

CACE/1151

إلى إدارات الدول الأعضاء في الاتحاد الدولي للاتصالات وأعضاء قطاع الاتصالات الراديوية والمنتسبين إليه والهيئات الأكاديمية المنضمة إلى الاتحاد

الموضوع: **دعوة الإدارات إلى تشجيع الخبراء والعلماء في المؤسسات الأكاديمية والبحثية على المشاركة والمساهمة في عمل لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية**

1 مقدمة

في اجتماع الفريق الاستشاري للاتصالات الراديوية الذي عقد في الفترة 14-17 أبريل 2025، أشار الفريق على مدير مكتب الاتصالات الراديوية بالنظر في إصدار رسالة معممة تدعو الإدارات إلى تشجيع الخبراء والعلماء في المؤسسات الأكاديمية والبحثية على المشاركة والمساهمة في عمل لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية (انظر ملخص استنتاجات الاجتماع الثاني والثلاثين للفريق الاستشاري للاتصالات الراديوية في الرسالة الإدارية المعممة، CA/277). وفي ذلك الاجتماع، تم الإقرار بأهمية عمل فرق العمل التابعة للجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية في تصميم أنظمة الاتصالات الراديوية وتقييم التداخل بين هذه الأنظمة، وقد تعزز هذا الأمر بإحصاءات تنزيل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية، حيث ظلت سلسلة P هي الأكثر تنزيلاً باستمرار على مدى فترة تزيد على 15 عاماً.

2 الغرض من هذه الرسالة المعممة

الغرض من هذه الرسالة المعممة دعوة جميع إدارات الدول الأعضاء وأعضاء قطاع الاتصالات الراديوية إلى تشجيع وتسهيل مساهمة المؤسسات البحثية والأكاديمية الموجودة في بلدانها في أنشطة فرق العمل في لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية.

ومن المخطط عقد الاجتماعات المقبلة لفرق العمل 3J و3K و3L و3M التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية في الفترة 15-25 يونيو 2026، في جنيف، واجتماع لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية في 26 يونيو 2026. وتُتاح المشاركة في هذه الاجتماعات حضورياً وعن بُعد. وينبغي تقديم المساهمات في هذه الاجتماعات إلى أمانة قطاع الاتصالات الراديوية في موعد أقصاه الساعة 16:00 بالتوقيت العالمي المنسق بتاريخ 3 يونيو 2026، عبر البريد الإلكتروني: brsgd@itu.int.

3 الأنشطة في لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية

قررت لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية في اجتماعها المنعقد في 6 يونيو 2025 الإبقاء على هيكلها المكون من أربع فرق عمل، وراجعت اختصاصاتها وانتخبت رؤسائها ونواب رؤسائها على النحو المبين في الملحق 1. ولا يزال التقدم المحرز في عمل فرق العمل التابعة للجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية يعتمد بكثافة على أوجه التقدم المحرز في المؤسسات البحثية والأكاديمية، وكذلك على مساهمات الأعضاء الناشطين في مجال نمذجة التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية. وتحتفظ كل

فرقة عمل ببرنامج عمل بشأن المواضيع التي تكون مثل هذه المساهمات ذات صلة بها تحديداً، على النحو المبين في الملحق 2. وفي الفترة الفاصلة بين الاجتماعات السنوية لفرق العمل، يستمر العمل على بنود محددة في إطار أفرقة العمل بالمراسلة المنشأة لهذا الغرض. وترد في الملحق 3 قوائم بأفرقة العمل بالمراسلة النشطة ضمن كل فرقة عمل.

وتحتفظ لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية ببنك بيانات لقياسات مختلف الظواهر ذات الصلة بنمذجة انتشار الموجات الراديوية. وتكتسي هذه القياسات أهمية أساسية في وضع النماذج والتحقق من دقتها. وعلاوة على ذلك، ينبغي أن تمثل هذه القياسات أكبر عدد ممكن من المناطق الجغرافية والمناطق المناخية الراديوية. ولهذا السبب، فإن القياسات في نطاقات التردد ومن المناطق الجغرافية غير الممثلة في بنوك بيانات لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية، لا سيما من البلدان النامية، وخاصة تلك الموجودة في المناطق المدارية والمناطق المماثلة والتي تستوفي بالتالي الفقرة *أ)* من "*وإذ يدرك*" من القرار **5 (Rev.WRC-23)** بشأن "التعاون التقني مع البلدان النامية في مجال دراسة الانتشار في المناطق المدارية والمناطق المماثلة"، ستكون ذات قيمة كبيرة. وبناءً على ذلك، تُشجع الإدارات التي تقع أراضيها في هذه المناطق تحديداً على تقديم نتائج القياس إلى فرق العمل التابعة للجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية ودعم خبراء الانتشار لديها للمشاركة في فرق العمل هذه.

ويتضمن العديد من توصيات السلسلة P خوارزميات معقدة وقد بُذلت جهود كبيرة خلال السنوات الأخيرة لتطوير عمليات تنفيذ برمجيات لهذه الأساليب المعقدة المتاحة مجاناً عبر الصفحة الإلكترونية لبرمجيات لجنة الدراسات 3 (https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg3/Pages/iono-tropo-spheric.aspx) ويُرحب أيضاً بتنفيذ برمجيات توصيات السلسلة P.

وتفضلوا بقبول فائق التقدير والاحترام.

ماريو مانيفيتش
المدير

الملحقات: 3

الملحق 1

تنظيم عمل لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية

بعد التشاور وفقاً للأقسام 4.1.3.A1 و4.1.3.A1*مكرراً* و4.1.3.A1*مكرراً ثانياً* من القرار ITU-R 1-9، قررت لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية في اجتماعها في 6 يونيو 2025 أن يستمر تنظيم هيكلها في أربع فرق عمل (WP) على أن تكون المسؤوليات والرؤساء ونواب الرؤساء على النحو المبين أدناه.

1 فرقة العمل 3J - أسس انتشار الموجات الراديوية في الأوساط غير المؤينة

تضطلع فرقة العمل 3J بمسؤولية توفير المعلومات ووضع النماذج التي تصف المبادئ والآليات الأساسية لانتشار الموجات الراديوية في الأوساط غير المؤينة. وتستعمل فرق العمل الأخرى التابعة للجنة الدراسات 3 هذه النواتج كأساس لوضع طرائق للتنبؤ بانتشار الموجات الراديوية.

الرئيس: الدكتور لوران كاستانيه (فرنسا)

نائب الرئيس: إريك هيل (الولايات المتحدة الأمريكية)

2 فرقة العمل 3K - التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية لمسيرات الانتشار من نقطة إلى منطقة

تضطلع فرقة العمل 3K بمسؤولية وضع طرائق التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية للمسيرات من نقطة إلى نقطة المرتبطة بمحطات الأرض ومحطات الطيران في الأوساط غير المؤينة لنطاقات التردد فوق 30 MHz.

الرئيس: الدكتور هاجيمي سوزوكي (أستراليا)

نائب الرئيس: الدكتور واتارو يامادا (اليابان)

3 فرقة العمل 3L - التنبؤ بانتشار الموجات الأيونوسفيرية والموجات الأرضية والضوضاء الراديوية

تضطلع فرقة العمل 3L بمسؤولية توفير المعلومات ووضع النماذج التي تصف المبادئ والآليات الأساسية لانتشار الموجات الراديوية في الأوساط غير المؤينة وعبرها؛ ووضع طرائق للتنبؤ بانتشار الموجات الأرضية بين محطات الأرض دون 30 MHz والمسيرات المتأثرة بالأيونوسفير. كما تتناول موضوع الضوضاء الراديوية التي تنشأ عن مصادر طبيعية واصطناعية على السواء من أجل تحديد سويات هذه الضوضاء كمياً.

الرئيس: الدكتور أنجيلو كانافيتساس (البرازيل)

نائبا الرئيس: السيد آدم هيكس (الولايات المتحدة الأمريكية)، السيد سيوك هي باي (كوريا)

4 فرقة العمل 3M - التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية للمسيرات من نقطة إلى نقطة والمسيرات بين الأرض والفضاء

تضطلع فرقة العمل 3M بمسؤولية وضع طرائق للتنبؤ بالانتشار بالموجات الراديوية والبصرية للمسيرات من نقطة إلى نقطة المرتبطة بمحطات الأرض والطيران والمحطات البحرية والفضائية فوق 30 MHz، وكذلك للمسيرات أرض-فضاء وفضاء-أرض وفضاء-فضاء.

الرئيس: الدكتور ريتشارد رود (ألمانيا)

نواب الرئيس: الدكتور ليكي لين (الصين) والدكتور رضا عريفي (الولايات المتحدة الأمريكية) والدكتورة أولغا إياستريبتسوفا (روسيا)

الملحق 2

مواضيع الجهود المتواصلة في برامج عمل
فرق عمل لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية

1 فرقة العمل 3J - أسس انتشار الموجات الراديوية في الأوساط غير المؤينة

تأثيرات الغلاف الجوي

- هناك حاجة إلى تحسين معلمات متغيرات مدخلات الأرصاد الجوية الراديوية لتوقعات الانتشار عند الزوايا المنخفضة، مما يؤدي إلى تحسين تقدير الانحطاط، لا سيما تأثيرات المسيرات المتعددة في الانتشار فوق البحر وعند خطوط العرض العالية. وينبغي تحسين نمذجة الخبو الانكساري عند زوايا المسير المنخفضة بالإضافة إلى وضع طرائق مبسطة لتقدير التوهين الغازي على المسيرات التي تقل عن 5 درجات.
- يتعين معالجة واختبار التقدير الدقيق لدليل الانكسار الجوي وطول المسير التروبوسفيري الزائد (التغير) باستخدام جداول تجريبية جديدة للمعلمات المناخية التي تتطلب بيانات جديدة لتقييم خطأ التنبؤ. ويتعين مواصلة تطوير النماذج التي تشمل دليل الانكسار الراديوي الجوي وتأثيراته على انتشار الموجات الراديوية.
- يجب تحديث نمذجة طول المسير الزائد لكي تعكس استعمال بيانات الأرصاد الجوية الراديوية الجديدة التي يمكن استخدامها لحساب معلمات النموذج (مثل متوسط درجة حرارة عمود بخار الماء وغيرها) على أساس شهري/يومي.
- هناك حاجة إلى استعراض قياسات خطوط الامتصاص الغازي للمدى الكامل للمعلمات الجوية والظروف الجوية المختلفة (التروبوسفير والستراتوسفير) لتحسين التوصية ITU-R P.676.
- ينبغي تحسين نمذجة التوهين الناجم عن الامتصاص الغازي والتأثيرات ذات الصلة لتصميم أنظمة أرض-فضاء تعمل بين 20 THz و375 THz لمراجعة التوصية ITU-R P.1621.

آثار السحب والهواطل:

- توسيع نطاق النمذجة الإحصائية للتغير المكاني والزماني للهواطل من أجل تحسين التوصية ITU-R P.837. ويتعين تحسين دقة النموذج اللوغاريتمي الطبيعي استناداً إلى عمليات رصد تجريبية في مناخات محددة. ويمكن أن تؤدي الدراسات المتعلقة بهذه المواضيع إلى تحسين دقة نموذج هطول الأمطار الوارد في التوصية ITU-R P.837.
- تحسين نموذج ارتفاع المطر استناداً إلى بيانات موحدة جديدة لدراسة العلاقة بين ارتفاع خط تساوي درجة الحرارة عند صفر درجة مئوية والسحب والهطول.
- هناك حاجة إلى بيانات من مقاييس الإشعاع الأرضية بالموجات الصغرية لتقييم نمذجة التوهين الناجم عن السحب بالنسبة للتأثيرات بين 20 و375 THz. ويجب دراسة العلاقة بين ظهور السحب وهطول الأمطار بهدف إحصائي طويل الأجل لمحتوى الماء السائل في السحب في ظل وجود هطول للأمطار وظروف جوية صافية.
- تقييم وتوصيف فترة تكرار حدوث حالات هطول الأمطار الغزيرة أمر ضروري لتحليل موثوقية النظام (مثل أنظمة الاتصالات الراديوية المتعلقة بسلامة الأرواح والمهمات الحيوية).
- تتطلب إزالة الاستقطاب والتوهين في الغلاف الجوي نمذجة المحتوى الكلي للجليد في السحب والخصائص الفيزيائية الدقيقة لجسيمات السحب والهواطل.
- تحتاج البيانات المتعلقة بالخصائص الفيزيائية الدقيقة لجسيمات الترسيب (مثل بيانات الديسدرومتر) إلى المعالجة، وينبغي توسيعها لتشمل أجهزة إضافية ونتائج تجريبية جديدة.
- يجب تحسين توصيف التوهين النوعي بالمطر بما في ذلك تأثيرات الانتشار المتعدد للموجات الكهرمغنطيسية في الهواطل في مدى التردد 100-200 GHz مع إمكانية التمديد إلى 1 000 GHz، وذلك باستخدام الخصائص الإحصائية لتوزيع أحجام القطرات المستخلصة من بيانات تجريبية طويلة الأجل.

رسم الخرائط العالمية والجوانب الإحصائية

- أعدت خرائط للمعلمات الجوية استناداً إلى منتجات رقمية حديثة وعالية الدقة. ويتعين تنسيق خرائط المعلمات التي لم تُنتَج بعد (ارتفاع المطر، الانكسار، محتوى الجليد، ...).
- ينبغي دراسة التغيرات بين الأشهر وما بين المواسم (من شهر معين أو موسم معين في السنة إلى نفس الشهر أو الموسم في سنة أخرى) للتوهين بالمطر ومعدل هطول الأمطار والتغاير خلال السنة في بخار الماء والتوهين الناجم عن السحب.
- ينبغي مواصلة تطوير تركيب السلاسل الزمنية، خاصة بالنسبة للأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

آثار العوائق والغطاء النباتي:

- نظراً للتنوع الواسع للغطاء النباتي وصعوبة تصنيفه، هناك حاجة إلى نتائج تجريبية وطرائق حسابية عملية لتقدير الخسائر المرتبطة بالغطاء النباتي.
- يحتاج نموذج الانتشار فوق التضاريس الأرضية إلى التحسين، لا سيما مع مراعاة المسيرات غير الدائرية الكبرى عبر الانعكاس والانتثار، بما في ذلك نمذجة تأثير تغير ارتفاع التضاريس الأرضية العرضية باتجاه الانتشار. وهناك أيضاً حاجة متزايدة لتقدير إحصاءات الخسائر الناجمة عن نمذجة المناطق الحضرية والتضاريس، مما يتطلب اتباع نهج ثلاثي الأبعاد وتحديد نوع المعلومات الأنسب الذي يميز البيئات المعنية.
- يلزم توفر بيانات القياس مثل قياسات التغطية الإذاعية للمساعدة في تحديد كيفية أخذ الخسارة الناجمة عن الجلبة في الحسبان في المسيرات الأرضية المرتفعة والمنخفضة.
- هناك حاجة إلى معلومات مفصلة عن خصائص الانتثار المشتت من أسطح المباني.
- يلزم توفر بيانات القياس لوضع نماذج لمعامل انعكاس مختلف أنواع أسطح الأرض لمدى الترددات التي تستعملها خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) وأجهزة الاستشعار (النشيطة).
- هناك حاجة إلى مزيد من التحسينات لنمذجة انتشار الموجات الراديوية في البيئات القمرية.

2 فرقة العمل 3K - التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية لمسيرات الانتشار من نقطة إلى منطقة

- تحتاج نماذج الانتشار إلى مزيد من التطوير بحيث يمكنها توفير تنبؤات موثوقة بخسارة الإرسال الأساسية لكل من المسيرات الأرضية ومسيرات الجو-الأرض، والتي تشمل البيئات الحضرية الكثيفة والحضرية وشبه الحضرية والريفية، مع مراعاة الطبيعة غير المنتظمة للتضاريس على طول المسير، وسلوك "المجال المستقر" المميز للانتشار فوق أسطح المباني بسبب الانعراج في البيئات شبه الملساء ذات الكثافة العمرانية العالية، فضلاً عن وجود العوائق التضاريسية وتأثيرات انتفاخ الأرض في البيئات الأقل كثافة سكانية أو نباتية وعلى المسيرات الأطول.
  - ينبغي أن تأخذ هذه النماذج أيضاً في الاعتبار التغير الزماني والمكاني لشدة المجال/خسارة الإرسال الأساسية على المسير، بطريقة تتسق مع ارتفاعات المطاريف وبيئاتها المعنية وطول المسير وآليات الانتشار مثل الانتشار غير المألوف، والانتشار الموجه، والانتثار التروبوسفيري.
  - ينبغي أن تتوفر معلومات ثلاثية الأبعاد عن مواقع المباني والنباتات وبصماتها وارتفاعاتها في قواعد بيانات رقمية متاحة بشكل شامل وبأنساق مناسبة للاستخلاص من أجل تطبيقات انتشار الموجات الراديوية لاستخدامها في مثل هذه النماذج.
  - وضع طريقة (طرائق) لاستخلاص خصائص التضاريس والجلبة من النماذج الرقمية للتضاريس والسطوح على طول خط جيوديسي بين المطاريف، بما في ذلك البرمجيات وبيانات التحقق اللازمة لهذا النوع من التحليل.
- يلزم تمديد نطاقات التردد القابلة للتطبيق في النماذج لمراعاة الأهمية المتزايدة لعمليات الانعكاس والانتثار المتعدد، بما في ذلك الانتثار بالماء الجوي، إضافة إلى الامتصاص الغازي عند ترددات فوق 20 GHz تقريباً.
- يلزم تحسين نماذج خسارة اختراق المباني لاستعمالها في نماذج الانتشار المستخدمة في تخطيط الأنظمة وفي دراسات التوافق الكهرمغنطيسي بين الأنظمة، ولا سيما كيفية الجمع بين الخسائر الناجمة عن اختراق المباني والخسائر الناجمة عن الجلبة.

- ثمة حاجة إلى بيانات قياس ونتائج نمذجة إضافية لمواصلة تطوير الطرائق المستخدمة لتخطيط أنظمة الاتصالات الراديوية داخل المباني وقصيرة المدى المعدة للعمل خارج المباني والشبكات المحلية الراديوية وأنظمة النفاذ الراديوي عريضة النطاق للأرض.
- تلزم مراعاة دوال التوزيع التراكمي الكاملة، أي كلا جانبي التحسين والخبو لمتوسط التغاير الزمني في وضع نماذج انتشار الموجات الراديوية.
- هناك حاجة إلى طرائق لمحاكاة مصادر التداخل المجمعة مع أو بدون ارتباط.
- يلزم مزيد من التطوير للتنبؤ بخواص التأخير في الخدمات المتنقلة البرية عريضة النطاق التي تستخدم نطاقات الموجات الديسيمترية (UHF) والموجات السنتيمترية (SHF)، مع توسيع مدى التطبيق ليشمل مسافات أكبر.
- يلزم مزيد من التحسينات على طرائق التنبؤ بالانتشار لتقييم تأثير أجهزة النطاق فائق العرض.
- ينبغي النظر في تقنيات التنوع (الفضاء والاستقطاب وقطاع الهوائي والتردد) في سيناريوهات المدى القصير. تعد تقنيات التنوع والمعلومات المتعلقة بزاوية الوصول مفيدة في تطوير أنظمة مثل تعدد المدخلات/المخرجات (MIMO).

3 فرقة العمل 3L - التنبؤ بانتشار الموجات الأيونوسفيرية والموجات الأرضية والضوضاء الراديوية

- يلزم إدخال تحسينات على نموذج التنبؤ بشدة المجال عند ترددات تحت 150 kHz تقريباً.
- يلزم إجراء مزيد من القياسات للتحقق من أداء طريقة التنبؤ بأداء الدارات العاملة بالموجات الديكامترية (HF) وتحسينه.
- تحتاج تقنيات الملاحة الراديوية إلى مزيد من التطوير لاسترجاع المعلمات الأيونوسفيرية.
- هناك حاجة إلى بيانات لمواصلة تطوير النماذج التي تصف التلألؤ الناجم عن الأيونوسفير والتحقق من صحتها.
- هناك حاجة إلى العمل التعاوني لتطوير نظام قياس منخفض التكلفة لالتقاط الضوضاء الراديوية عالمياً وتقاسم تقنيات قياس الضوضاء الراديوية وتنسيقها.

4 فرقة العمل 3M - التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية للمسيرات من نقطة إلى نقطة والمسيرات بين الأرض والفضاء

المسيرات الأرضية من نقطة إلى نقطة

- يتعين وضع نماذج واختبارها للتنبؤ بالتوهين الناجم عن المطر على مسيرات قصيرة لوصلات التوصيل المباشر وغير المباشر للمحطات القاعدة على ترددات الموجات المليمترية.
- يلزم إجراء قياسات للتوهين الناجم عن المطر على مسيرات أرضية قصيرة جداً في خط البصر. وينبغي أن تستعمل هذه القياسات زمن تكامل يبلغ دقيقة واحدة لقياس التوهين ومعدل المطر المتزامنين وينبغي تصحيحها لإزالة تأثيرات الهوائي في ظروف الرطوبة.
- يلزم توفر بيانات قياس طويلة الأجل لوضع نماذج تنبؤ لوصلات MIMO على خط البصر (LOS).
- يلزم إجراء قياسات التوهين الناجم عن الانعكاس المرآوي والانعراج من أجل وضع طرائق تنبؤ للمسيرات القصيرة في خط البصر وغير خط البصر للأنظمة العاملة على ترددات الموجات المليمترية التي تتيح سعات بالغيغابتة لمواقع المحطات القاعدة في المدن.
- يلزم إجراء قياسات طويلة الأجل للمقارنة مع الإحصاءات التاريخية، من أجل تمكين تقييم التأثير المحتمل لتغير المناخ المنهجي على دقة طرائق التنبؤ الحالية.
- يلزم إجراء قياسات، ويتعين وضع طريقة للتنبؤ بشدة الانقطاع الناجمة عن هطول الأمطار والخبوّ في الجو الصافي الذي يؤثر على عدم تيسر الوصلات الأرضية وأداء الأخطاء فيها.
- يلزم إجراء قياسات التلألؤ على مسيرات الأرض وينبغي استعمالها للفصل بين تأثيرات التلألؤ في الجو الصافي والتلألؤ المرتبط بهطول المطر.
- يلزم إجراء قياسات وتحليلها لوضع نماذج مادية عالمية للتنبؤ بديناميات الخبو بما في ذلك مدة الخبو والتغير اليومي والخبو قصير الأجل بسبب تعدد المسيرات والتوهين الناجم عن المطر. وتشمل الخصائص الدينامية عدد حالات

الخبو في ظروف الهواطل وتعدد المسيرات ومدة الخبو والفترات بين الخبو مع مراعاة التغير اليومي الناجم عن تعدد المسيرات على مدى فترات تمتد لبضعة أيام.

- يلزم توفر بيانات مفصلة عن الرؤية والتلألؤ، فضلاً عن هطول الأمطار المصنفة إلى أمطار، وثلوج رطبة وجافة، لتحسين نماذج التنبؤ لتصميم الوصلات في المدى 275-000 1 GHz والوصلات البصرية في الفضاء الحر.
- يلزم توفر بيانات قياس للأنظمة ثنائية الاستقطاب لنمذجة التنبؤ بالانقطاع في الأنظمة التي تستعمل حماية التنوع في المكان والتردد وكذلك لدراسة الانقطاع وتحسين طريقة التنبؤ لمراعاة حماية التنوع.
- يتعين وضع طريقة تشمل تحويلاً سنوياً في أسوأ شهر لنمذجة الانتشار التروبوسفيري في أنظمة المرحلات الراديوية عبر الأفق.

المسيرات في الاتجاه أرض-فضاء

- هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات والبيانات التجريبية لاقتراح إجراء لحساب دالة الكثافة الاحتمالية للتوهين بسبب المطر والتوهين الكلي للمسيرات أرض-فضاء، ولتوسيع نماذج انحطاط انتشار الموجات الراديوية واختبارها عند ترددات تصل إلى 100 GHz على الأقل عند نسب مئوية زمنية أعلى ناتجة عن انحطاطات انتشار متعددة في آن واحد، مثل التوهين بسبب المطر والتوهين بسبب السُحب والامتصاص الغازي والتوهين في طبقة الذوبان والتلألؤ التروبوسفيري. ويتعين إعادة النظر في طرائق تدريج التردد وزاوية الارتفاع والاستقطاب، ولا سيما تأثيرات التوهين بسبب المطر والاستقطاب المتقاطع، كما ينبغي تقييم استعمال طرائق التنبؤ بالانحطاط الكلي للتنبؤات الشهرية، خاصة عند خطوط العرض المنخفضة والمرتفعة.
- يتعين تحسين طرائق التنبؤ بانحطاط الانتشار الناجم عن التأثيرات التروبوسفيرية (الخبو بسبب التلألؤ وتعدد المسيرات، والمطر، والسحب، وبخار الماء، إلخ.) على مسيرات أرض-فضاء عند زوايا ارتفاع منخفضة (<5°) لأنظمة الاتصالات الساتلية عند خطوط العرض المرتفعة والأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض مثل الوصلات الهابطة لبيانات رصد الأرض والاتصالات مع الطائرات والكوكبات الضخمة.
- يلزم توفر بيانات قياس لدعم تطوير طرائق التنبؤ باختلاف الوقت واختبارها. وهناك حاجة إلى مزيد من التحسين لنمذجة اعتماد ديناميات الخبو على المناخ وزاوية الارتفاع من أجل التنبؤ بميل الخبو. وتحتاج نمذجة مدة الخبو أيضاً إلى تحسين، نظراً لأهميتها ليس فقط للأنظمة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، ولكن أيضاً للأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية (FSS)، حيث تؤثر حركة الساتل على الخصائص الدينامية.
- تحتاج طريقة التنبؤ بتنوع المواقع إلى مزيد من التطوير للتنبؤ بإحصاءات التوهين المشترك في مواقع متعددة عبر مديات واسعة من المسافات. ويحتاج نموذج التنبؤ بالتوهين التفاضلي بسبب المطر إلى تحسين أيضاً، وهناك حاجة إلى طريقة جديدة للتنبؤ بالترابطات المكانية للتنوع الساتلي، ولا سيما للوصلات أرض-فضاء مع سواتل متعددة. وهناك حاجة إلى حملات انتشار باستخدام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض للتحقق من هذه النماذج وتحسينها. وتحتاج دالة الترابط المكاني العالمي والتطوير المحتمل لدالة الترابط المكاني الإقليمية أو المحلية على المقاييس الصغيرة والمتوسطة والكبيرة إلى التصديق.
- هناك حاجة إلى بيانات تجريبية لمراجعة طرائق التنبؤ لأنظمة الاتصالات البصرية أرض-فضاء في الفضاء الحر، ويتعين وضع نموذج للتنبؤ بالتوهين الناجم عن الهباء الجوي. وهناك حاجة إلى مزيد من الدراسات بشأن التنبؤ بالتوهين الناجم عن المطر حيث من المرجح أخذ تأثيرات الانتشار المتعدد في الاعتبار بالنسبة للترددات التي تزيد عن 300 GHz وخاصة في المجال البصري.
- هناك حاجة إلى توسيع إمكانية تطبيق نماذج التنبؤ بالانتشار الحالية لأنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) والخدمة الثابتة الساتلية على وجه التحديد لنمذجة التنوع الساتلي والنموذج الإحصائي لشروط الانتشار المختلط وكذلك متطلبات الأنظمة العالمية للملاحة الساتلية (GNSS).
- يلزم إجراء قياسات الانتشار لتحسين طرائق التنبؤ بالتوهين الناجم عن السُحب والتلألؤ التروبوسفيري على المسيرات بين منصة محمولة جواً أو على سطح الأرض أو في الفضاء.

مسيرات التداخل

- يلزم إجراء قياسات الانتشار طويلة الأجل لتوسيع نموذج حساب التداخل على مسيرات الأرض ليشمل مدى التردد حتى 105 GHz.

- يتعين استكشاف حساسية نتائج التنبؤ إزاء استبانة خطوة المظهر الجانبي للمسير (درجة استبانة التنبؤ) بهدف وضع مقترحات لتحقيق أداء أكثر اتساقاً عبر جميع استبانات التنبؤ.
- يتعين تطوير تصنيف كمي أكثر دقة للجلبة، وهناك حاجة مستمرة لتقييم الفائدة المحتملة للاستخدام المباشر لبيانات ارتفاع السطح في إطار نماذج الانتشار الحالية. ويتعين دراسة الطرائق المثلى لاختيار مواصفات التضاريس والجلبة لقواعد بيانات معينة لارتفاع التضاريس والجلبة (بما في ذلك طرائق الاستكمال الداخلي/الجمع بين مواصفات التضاريس والجلبة).
- تحتاج طريقة التنبؤ بخسارة الإرسال الأساسية للانتثار التروبوسفيري إلى التحسين والاختبار لتشمل المجموعة الكاملة من المعلمات وجميع السيناريوهات لتغطية كامل مدى الصلاحية لطرائق التنبؤ بالانتشار حيثما تستعمل.
- هناك حاجة إلى طريقة مناسبة يتعين اختبارها لمراعاة الترابط الجزئي للتوهين الناجم عن الامتصاص الغازي والتلألؤ التروبوسفيري لخسائر الإرسال الأساسية التي لا يتم تجاوزها لنسب مئوية صغيرة من الوقت تقل عن 20% وعادة ما تكون 1% أو أقل.
- هناك حاجة إلى بيانات قياس طويلة الأجل تتعلق بانتشار المطر ثنائي الاتجاه عند ترددات تصل إلى 105 GHz من أجل التحقق من نماذج مسيرات التداخل الأرضية.

تطبيق تعلم الآلة

- عند تطبيق تعلم الآلة على التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية، يتعين معالجة البنود التالية:
  - فهم كيفية استخدام تقنيات/أدوات تعلم الآلة لتطوير طرائق التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية؛
  - وضع الإجراءات اللازمة لضمان إمكانية تعميم نموذج الانتشار الذي يتم تطويره باستخدام خوارزميات تعلم الآلة وتمثيله لجميع الظروف المحتملة، ولا سيما تلك التي لم تؤخذ في الاعتبار في مجموعة البيانات المستخدمة في تطوير النموذج؛
  - استخدام تعلم الآلة بالاقتران مع نماذج الانتشار المادية والإحصائية لاختبار تمثيل نماذج تعلم الآلة في حدود المعرفة المادية الحالية والتحقق منها.
- هناك حاجة إلى استعراض وتطوير خوارزميات وأطر تعلم الآلة بحيث يمكن استخدامها من أجل:
  - تطوير وتحسين نماذج انتشار الموجات الراديوية القادرة على التعامل مع السيناريوهات والبيئات المعقدة؛
  - تحليل بيانات الانتشار ومعالجتها لتوليد رؤى ومدخلات للدراسات الجارية؛
  - تحليل البيانات التجريبية من أجل تحسين المعلمات في نماذج الانتشار الحالية.

الملحق 3

أفرقة العمل بالمراسلة النشطة التي تُدار في فرق العمل التابعة للجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية

أفرقة العمل بالمراسلة (CG) في فرقة العمل 3J			
الفريق	**العنوان**	**الرئيس/الرؤساء المشاركون**	
CG 3J-1	التوهين الغازي في التوصية ITU-R P.676	إريك هيل (الولايات المتحدة الأمريكية)	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)
CG 3J-2	نمذجة التغير المكاني والزماني للهواطل	أرسيم كيلمندي (فرنسا)	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)
CG 3J-3	تركيب السلاسل الزمنية	لوران كاستانيه (فرنسا)	كارلو ريفا (إيطاليا)
CG 3J-4	المسائل الإحصائية المتعلقة بالاختبار وتعريف معايير الاختبار	لوران كاستانيه (فرنسا)	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)
CG 3J-3M-5	تأثير السُحب والهواطل على التوهين وإزالة الاستقطاب على المسيرات المائلة	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)	ليكي لين (الصين)
CG 3J-3K-3M-8	خسارة اختراق المبنى	ريتشارد رود (ألمانيا)	–
CG 3J-10	تنسيق فرقة العمل 3J	كارلو ريفا (إيطاليا)	–
CG 3J-11	الأجواء المعيارية المرجعية في التوصية ITU-R P.835	إريك هيل (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3J-3M-13	أمثلة التحقق	لويس إميلياني (لكسمبرغ)	–
CG 3J-3K-3M-14	مسائل الدراسة المتعلقة بنموذج الانتشار لمحطات المنصات عالية الارتفاع	هاجيمي سوزوكي (أستراليا)	–
CG 3J-3K-3M-16	مؤشر الانكسار الراديوي في الغلاف الجوي وآثاره على انتشار الموجات الراديوية	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)	ليكي لين (الصين)
CG 3J-17	نمذجة الانتثار الثنائي لسطح الأرض أو أسطح الكواكب الأخرى	باولو دي ماتياس (معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات)	ريان ماكدونو (الولايات المتحدة الأمريكية)
CG 3J-23	نمذجة المسير العامة لانعراج التضاريس في المسير المائل	بولون غو (الصين)	–
CG 3J-26	نمذجة انتشار الموجات الراديوية القمرية	إريك هيل (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3J-3K-3L-3M-27	تعلم الآلة لأغراض دراسات الانتشار	زبير بوكوس (ألمانيا)	–

أفرقة العمل بالمراسلة (CG) في فرقة العمل 3K			
الفريق	**العنوان**	**الرئيس/الرؤساء المشاركون**	
CG 3K-1	اختبار التوصية ITU-R P.1812	ألاكاناندا بول (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3K-2	بنك بيانات لجنة الدراسات 3 بقطاع الاتصالات الراديوية بشأن قياسات الجدول 1-VI (بيانات الأرض من نقطة إلى منطقة)	ريتشارد رود (ألمانيا)	–
CG 3K-4	المسائل المتعلقة بالتوصية ITU-R P.1546	ريتشارد رود (ألمانيا)	–
CG 3K-5	المسائل المتعلقة بالتوصية ITU-R P.1411	سناء سالوس (ألمانيا)	–
CG 3K-6	نماذج الانتشار وخصائص الترددات العالية	جويول لي (كوريا)	–
CG 3J-3K-3M-8	خسارة اختراق المبنى	ريتشارد رود (ألمانيا)	–
CG 3K-3M-9	انتشار الموجات الراديوية على طول مسيرات الطيران	وليام كوزما (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3K-3M-12	التنبؤ بالخسارة الناجمة عن الجلبة حتى 105 GHz	كلير ألين (ألمانيا)	رضا عريفي (شركة آبل)
CG 3J-3K-3M-14	مسائل الدراسة المتعلقة بنموذج الانتشار لمحطات المنصات عالية الارتفاع	هاجيمي سوزوكي (أستراليا)	–
CG 3J-3K-3M-16	مؤشر الانكسار الراديوي في الغلاف الجوي وآثاره على انتشار الموجات الراديوية	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)	ليكي لين (الصين)
CG 3K-3M-18	دراسة المسائل المحددة المشتركة بين التوصيات ITU-R P.452 وITU-R P.1812 وITU-R P.2001	إيفيكا ستيفانوفيتش (سويسرا)	–
CG 3K-21	نموذج التنبؤ بتأثير الحجب الناتج عن جسم الإنسان	سناء سالوس (ألمانيا)	–
CG 3K-24	نموذج تقدير احتمال خط البصر	يلينا سينيك (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3J-3K-3L-3M-27	تعلم الآلة لأغراض دراسات الانتشار	زبير بوكوس (ألمانيا)	–

أفرقة العمل بالمراسلة (CG) في فرقة العمل 3L			
الفريق	**العنوان**	**الرئيس/الرؤساء المشاركون**	
CG 3L-2	الكتيب 32 بشأن الأيونوسفير وآثاره على انتشار الموجات الراديوية	آدم هيكس (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3L-5	تقنيات الملاحة الراديوية لاسترجاع المعلمات الأيونوسفيرية	راؤول أوروس بيريز (وكالة الفضاء الأوروبية)	مامورو إيشي (اليابان)
CG 3L-6	نموذج التلألؤ الأيونوسفيري	راؤول أوروس بيريز (وكالة الفضاء الأوروبية)	–
CG 3L-7	الضوضاء الراديوية	إريك هيل (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3L-20	التوصية ITU-R P.684-8 - التنبؤ بشدة المجال عند الترددات تحت 150 kHz تقريباً	آدم هيكس (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3J-3K-3L-3M-27	تعلم الآلة لأغراض دراسات الانتشار	زبير بوكوس (ألمانيا)	–

أفرقة العمل بالمراسلة (CG) في فرقة العمل 3M			
الفريق	**العنوان**	**الرئيس/الرؤساء المشاركون**	
CG 3M-2	حالة بنوك بيانات DBSG3	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)	–
CG 3M-4	الأنشطة المتعلقة بمنتجات البرمجيات والخرائط الرقمية والبيانات الرقمية المرجعية	توماس بريشتل (النمسا)	راؤول أوروس بيريز (وكالة الفضاء الأوروبية)
CG 3J-3M-5	تأثير السُحب والهواطل على التوهين وإزالة الاستقطاب على المسيرات المائلة	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)	ليكي لين (الصين)
CG 3M-8	كتيب عن اتصالات المسيرات أرض-فضاء	لويس إميلياني (لكسمبرغ)	ريتشارد رود (ألمانيا)
CG 3J-3K-3M-8	خسارة اختراق المبنى	ريتشارد رود (ألمانيا)	–
CG 3K-3M-9	انتشار الموجات الراديوية على طول مسيرات الطيران	وليام كوزما (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3M-10	تطوير نموذج الانتشار بالماء الجوي في التوصية ITU-R P.452	ريان ماكدونو (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3K-3M-12	التنبؤ بالخسارة الناجمة عن الجلبة حتى 105 GHz	كلير ألين (ألمانيا)	رضا عريفي (شركة آبل)
CG 3J-3M-13	أمثلة التحقق	لويس إميلياني (لكسمبرغ)	–
CG 3J-3K-3M-14	مسائل الدراسة المتعلقة بنموذج الانتشار لمحطات المنصات عالية الارتفاع	هاجيمي سوزوكي (أستراليا)	–
CG 3M-15	تحسين نماذج التوهين بالمطر والتوهين الكلي في التوصية ITU-R P.618	لوران كاستانيه (فرنسا)	–
CG 3J-3K-3M-16	مؤشر الانكسار الراديوي في الغلاف الجوي وآثاره على انتشار الموجات الراديوية	أنطونيو مارتيلوتشي (وكالة الفضاء الأوروبية)	ليكي لين (الصين)
CG 3K-3M-18	دراسة المسائل المحددة المشتركة بين التوصيات ITU-R P.452 أو ITU-R P.1812 أو ITU-R P.2001	إيفيكا ستيفانوفيتش (سويسرا)	–
CG 3M-22	دراسة قياسات التوهين بسبب المطر التي تشير إلى عوامل انخفاض المسير التي تتجاوز الوحدة على المسيرات القصيرة	لورينزو لويني (إيطاليا)	–
CG 3M-25	تحديث الكتيب 58 بشأن طرائق قطاع الاتصالات الراديوية للتنبؤ بالانتشار من أجل دراسات التداخل والتقاسم	ريان ماكدونو (الولايات المتحدة الأمريكية)	–
CG 3J-3K-3L-3M-27	تعلم الآلة لأغراض دراسات الانتشار	زبير بوكوس (ألمانيا)	–