الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R F.2086-0

(2015/09)

سيناريوهات نشر الأنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة

السلسلة F

الخدمة الثابتة

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REC/en)

السلسلة	العنوان
BO	البث الساتلي
BR	التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية
BS	الخدمة الإذاعية (الصوتية)
BT	الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)
F	**الخدمة الثابتة**
M	الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
S	الخدمة الثابتة الساتلية
SA	التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية
SF	تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة
SM	إدارة الطيف
SNG	التجميع الساتلي للأخبار
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت
V	المفردات والمواضيع ذات الصلة

ملاحظة: *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2017

© ITU 2017
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R F.2086-0

سيناريوهات نشر الأنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة

(المسألة ITU-R 252/5)

(2015)

مجال التطبيق

تتضمن هذه التوصية معلومات عن سيناريوهات النشر والإحصاءات ذات الصلة من أجل الأنظمة اللاسلكية الثابتة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة العاملة في مدى التردد GHz 86-1,4. ويمكن استعمال هذه المعلومات في دراسات التشارُك والتداخل بين هذه الأنظمة في الخدمة الثابتة والأنظمة في الخدمات الأخرى. وهذه التوصية معدة للاستعمال بالاقتران مع التوصية ITU-R F.758.

مصطلحات أساسية

نشر، من نقطة إلى نقطة، تشارُك، زاوية الارتفاع، طول الوصلة، ارتفاع الهوائي

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الضرورة كثيراً ما تدعو لدراسة التشارك بين الأنظمة من نقطة إلى نقطة (P-P) في الخدمة الثابتة (FS) وبين أنظمة في خدمات أخرى في النطاقات الترددية التي توزَّع على كلتا الخدمتين بحقوق متساوية؛

ب) أن الحاجة تدعو أيضاً لاحتساب التداخل من الأنظمة الأخرى في الخدمات التي تعمل في النطاق نفسه على أساس غير أولي، والإرسالات غير المطلوبة من الأنظمة الأخرى في الخدمات التي تعمل خارج النطاق الموزع للخدمة الثابتة، والإرسالات من مصادر غير الخدمات الراديوية؛

ج) أن الحاجة تدعو لفهم سيناريوهات نشر الأنظمة في كل خدمة من أجل إنشاء نماذج تشارُك تخضع للدراسة؛

د) أن توفُّر معلومات أساسية عن النشر من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة يعود بالفائدة على دراسات التشارك والتداخل في الخدمة الثابتة وغيرها من الخدمات،

وإذ تلاحظ

أ) أن التوصية ITU-R F.758 تقدم معلومات عن معايير التشارك وتقييم ظروف التداخل بين الخدمة الثابتة وبين خدمات أخرى ومصادر تداخل أخرى؛

ب) أن التوصية ITU-R F.758 تقدم أيضاً توجيهات بشأن الخصائص التقنية ومعلمات النظام النمطية بالنسبة لأنظمة الخدمة اللاسلكية الثابتة الرقمية والتي يجب أن تؤخذ في الحسبان عند وضع معايير التشارك والتوافق مع غيرها من الخدمات والتطبيقات الراديوية؛

ج) أن التوصيتين ITU-R F.699 وITU-R F.1245 تقدمان مخططات إشعاع مرجعية لهوائي النشر من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة من أجل ذروة الفص الجانبي ومتوسط الفص الجانبي، على التوالي،

توصي

عند عدم تيسر معلومات أدق، باستخدام المعلومات الواردة في الملحق 1 لسيناريوهات النشر من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة بالاقتران مع البيانات الإحصائية الواردة في الملحق 2 والتي يمكن استخدامها عند دراسة التشارك أو التداخل بين الأنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة وبين غيرها من الأنظمة/التطبيقات في الخدمة الثابتة وفي غيرها من الخدمات.

الملحق 1

سيناريوهات نشر الأنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة

1 مقدمة

مبدئياً وبغياب معلومات أدق، يوصى باستخدام المعلمات والافتراضات الواردة ضمن هذه التوصية في الدراسات التقنية للتشارك أو التداخل التي تنطوي على نشر أنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة في نطاقات تزيد عما يقرب من 1 GHz[1].

وللتبسيط، تُعرض افتراضات النطاقات الترددية في هذه التوصية لمديات ترددية واسعة في بعض الحالات. وهو عرض يرد لداعي التبسيط، ولا يعبر ضمناً عن أي قضايا تتعلق بالتوزيع.

2 سيناريوهات نشر الأنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة

سيختلف على نطاق واسع نوع التطبيق الذي يستخدم نظام النقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة، وبالتالي ستختلف الطريقة التي يُنشر فيها النظام، حسب المدى الترددي والبيئة الجغرافية في كل إدارة.

- إن نطاقات الموجات المكروية الدنيا التي تقل عن 11 GHz تقريباً تسمح بقفزات طويلة، ولكنها تقدم عروض قناة تصل إلى 40/28 MHz وربما مثلي عرض القناة من خلال تجميع قناة مزدوجة. وهذه الخصائص تناسب تماماً الطرق الطويلة بين المدن بشكل خاص (على طول الطرق السريعة والسكك الحديدية وممرات نقل الطاقة الكهربائية وحقوق الارتفاق الأخرى، على سبيل المثال). ويمكن استخدام الأنظمة في هذه النطاقات كبديل أو رديف للألياف البصرية، في التضاريس الوعرة حيث يصعب نشر الألياف البصرية أو في حالة يُرغب فيها بكمون منخفض. ولا يشيع نشر الوصلات في هذه النطاقات (أو تقل كثافتها) في المراكز الحضرية، والعدد الإجمالي للوصلات في هذه النطاقات يقل عنه في ترددات أعلى. وتجدر الإشارة إلى أن الوصلات الراديوية في هذه النطاقات يرجح نشرها في تشكيلة نجمية تتلاقى في محطة خدمة ثابتة تقع في المراكز الحضرية.
- أما نطاقات الموجات المكروية المتوسطة ضمن المدى 11-23 GHz تقريباً فهي تظل تسمح بقفزات طويلة نسبياً، وتقدم قنوات أوسع مقارنة مع النطاقات الأدنى. وكثيراً ما تستخدم هذه النطاقات كوصلة وسيطة لبنية تحتية متنقلة داخل المناطق الحضرية وشبه الحضرية، وكثيراً ما تستخدم تشكيلات حلقية أو نجمية. ويمكن أن يعلو جداً عدد الوصلات وكذلك كثافة النشر في هذه النطاقات.
- أما نطاقات الموجات المكروية العالية ضمن المدى ما فوق 23 GHz وما دون 30 GHz تقريباً، فهي مناسبة للقفزات القصيرة ولكنها يمكن أن تقدم عروض نطاق واسعة. وهذه النطاقات هي الأكثر رواجاً في المناطق الحضرية كبديل للألياف البصرية، للتوصيل بين الجامعات أو لتقديم وصلة وسيطة لمواقع الخلايا، خاصة الخلايا الصغيرة. وعموماً، لن تمتد الأنظمة إلا لقفزة أو قفزتين. ويمكن أن يعلو جداً عدد الوصلات وكذلك كثافة النشر في هذه النطاقات في المناطق الحضرية الكثيفة ويتزايد استخدام هذه النطاقات بسرعة.
- ونطاقات الموجات الميلليمترية في الترددات فوق 30 GHz مناسبة للقفزات القصيرة وهي جذابة بفضل أدائها العالي (عروض النطاق الواسعة جداً ومعدلات البيانات المرتفعة). وخصائص الانتشار واتجاهية الهوائي مناسبة على نحو مثالي لمعمارية عالية الكثافة لوصلات قصيرة المدى من نقطة إلى نقطة بمستوى عال من إعادة استخدام الترددات. وتستطيع وصلات الموجات الميلليمترية في الخدمة الثابتة أن تقدم سعة متعددة الغيغابتات على غرار الألياف البصرية. ويمكن نشر بعض الوصلات بطريقة غير منسقة. وتشمل التطبيقات المحتملة لوصلات الموجات الميلليمترية في الخدمة

---

[1] لأغراض الوصف، التسمية التي تُستخدم عادة للمدى الترددي الممتد من 300 MHz إلى 300 GHz تشير إليه باسم "الموجات المكروية". ومن حيث النطاقات الترددية، حسب الرقم **1.2** من لوائح الراديو، يدعى المدى الترددي الممتد من 30 GHz إلى 300 GHz باسم "الموجات الميلليمترية".

الثابتة النقل: للشبكات اللاسلكية المحلية (WLAN)، ولشبكات المناطق الشخصية اللاسلكية (WPAN)، وللنطاق العريض المتنقل (أي الوصلة الوسيطة)، ولخدمات التجوال متعددة الوسائط عالية الاستبانة، ولأنظمة التوزيع الفيديوي اللاسلكية. وتُتوقع زيادة استخدام هذه النطاقات إذ تتطور التقنيات وتنضج.

وتشكل هذه الأوصاف تعميمات واسعة وهناك إبهام وتداخل كبير عملياً بين هذه الفئات العامة للمديات الترددية وما يقابلها من التطبيقات.

وتجدر الإشارة إلى أن هذه التوصية لا تواصل بحث تطبيقات الخدمة الثابتة بالموجات الميلليمترية في عدة نطاقات أخرى. وهي تشمل، على وجه الخصوص، نطاقات الخدمة الثابتة GHz 92-94 فما فوق. لذا فإن ما يرد ذكره في هذه التوصية مما "فوق GHz 23" لا يشمل هذه النطاقات الترددية الأعلى بالموجات الميلليمترية في توزيعات الخدمة الثابتة.

3 معلمات الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة للاستخدام في الدراسات التقنية

1.3 معايير التداخل

يرجى الرجوع إلى التوصية ITU-R F.758 للاطلاع على المعلومات والتوجيهات العامة بشأن معايير التداخل للدراسات التقنية.

2.3 معلمات معدات الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة

يشكل الملحق 2 بالتوصية ITU-R F.758 المرجعية الأساسية للافتراضات بشأن معلمات معدات الخدمة الثابتة. إذا لم تتوفر أي معلومات عن المدى الترددي الذي يستدعي الاهتمام، ترد معلومات إضافية في الملحق 3 بالتوصية ITU-R F.758.

وفي الحالات التي لا تتوفر فيها المعلومات ذات الصلة في أي من هذين الملحقين، وفي حال الرغبة بتحليل الأنظمة التماثلية، يرد في التقرير ITU-R F.2108 أرشيف إضافي عن معلومات المعدات، وإن كان يُحتمل أن الزمن قد تجاوزه.

3.3 مخططات إشعاع الهوائي المرجعي

إن الاختيار المناسب لمخطط إشعاع الهوائي المرجعي اللازم لتحليلات تتضمن أنظمة خدمة ثابتة من نقطة إلى نقطة سيعتمد على السيناريو الذي تجري دراسته:

- في الحالات التي يوجد فيها مصدر تداخل واحد (أو عدد محدود من مصادر التداخل) وتوزع هندسي ساكن، يوصى باستخدام مخطط إشعاع ذروة الفص الجانبي كالذي يرد شرحه في التوصية ITU-R F.699؛
- وفي التحليلات الإحصائية والمتغيرة مع الزمن وكذلك الحالات التي يوجد فيها تجميع للتداخل من عدد كبير من المصادر فضلاً عن التحليلات الإحصائية المكانية، يميل استخدام مخطط إشعاع ذروة الفص الجانبي إلى المبالغة في تقدير مستوى التداخل. وفي هذه الحالات، يوصى بدلاً من ذلك باستخدام مخطط إشعاع متوسط الفص الجانبي كالذي يرد شرحه في التوصية ITU-R F.1245.

4.3 نماذج الانتشار

ينبغي استخدام التوصية (التوصيات) المناسبة من السلسلة P لتحليل التداخل.

5.3 المعلمات ذات الصلة بالنشر

في هذا الملحق، يرد بحث المعلمات التالية ذات الصلة بالنشر باعتبارها عناصر نمطية لاستخدامها في دراسات التشارك والتداخل التي تتضمن نشر أنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة:

- أطوال الوصلة؛
- زوايا ارتفاع الهوائي؛
- ارتفاعات الهوائي فوق مستوى الأرض.

وتتلخص في الملحق 2 البيانات الإحصائية التي قدمتها بعض الإدارات بشأن هذه المعلمات.

وعند إجراء دراسات التشارك مع أنظمة منشورة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة وعاملة في نطاق ترددي معين، يمكن للتوجيهات الواردة في الجداول من 1-A1 إلى 4-A1 أن تعود بالفائدة، وهي تظهر العلاقات بين البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر في الملحق 2 والنطاقات الترددية المقابلة المحددة في التوصية ITU-R F.758.

وبالنسبة إلى النطاقات الترددية غير المدرجة في العمود الأيمن لأي من الجداول، يُقترح استخدام البيانات الإحصائية المتوفرة في النطاق القريب.

الجدول 1-A1

البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر المقابلة للنطاقات الترددية المحددة في التوصية ITU-R F.758 من أجل النطاق ما دون 6 GHz

شريحة النطاق الترددي المحددة في التوصية ITU-R F.758 (GHz)	**البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر للاستخدام في النطاقات الترددية في العمود الأيمن**	
1,530-1,350	الجداول 1A-A2 و1B-A2 و1C-A2 في الملحق 2	النطاق 1,452-1,427/1,400-1,375 GHz
2,300-1,900/2,100-1,700		النطاق 2,285-2,200/2,110-2,025 GHz
2,670-2,290		النطاق 2,285-2,200/2,110-2,025 GHz
4,200-3,600		النطاق 4,2-3,7 GHz
5,000-4,400		ملاحظة

ملاحظة – لا تتوفر هذه البيانات حالياً.

الجدول 2-A1

البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر المقابلة للنطاقات الترددية المحددة في التوصية ITU-R F.758 من أجل النطاق 6-10 GHz

شريحة النطاق الترددي المحددة في التوصية ITU-R F.758 (GHz)	**البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر للاستخدام في النطاقات الترددية في العمود الأيمن**	
6,425-5,925	الجداول 2A-A2 و2B-A2 و2C-A2 في الملحق 2	النطاق 6,425-5,925 GHz النطاق 6 GHz
7,125-6,425		النطاق 7,125-6,425 GHz النطاق 7 GHz
7,900-7,110		النطاق 7 GHz النطاق 7,725-7,125 GHz النطاق 7,75-7,425 GHz
8,500-7,725		النطاق 8,275-7,725 GHz النطاق 8,500-8,025 GHz النطاق 8 GHz
10,68-10,5		النطاق 10 GHz

الجدول 3-A1

البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر المقابلة للنطاقات الترددية المحددة في التوصية ITU-R F.758 من أجل النطاق 11-23 GHz

شريحة النطاق الترددي المحددة في التوصية ITU-R F.758 (GHz)	البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر للاستخدام في النطاقات الترددية في العمود الأيمن	
11,7-10,7		النطاق GHz 11 النطاق GHz 11,7-10,7
13,25-12,75	الجداول 3A-A2 و3B-A2 و3C-A2 في الملحق 2	النطاق GHz 13
15,35-14,4		النطاق GHz 14,5-14,25 النطاق GHz 15 النطاق GHz 15,23-14,4 النطاق GHz 15,35-14,5
19,7-17,7		النطاق GHz 19,7-17,7 النطاق GHz 18 النطاق GHz 19,7-19,3/18,3-17,8 النطاق GHz 18,72-17,82
23,6-21,2		النطاق GHz 23 النطاق GHz 23,6-22 النطاق GHz 23,2-23,0/22,6-22,4

الجدول 4-A1

البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر المقابلة للنطاقات الترددية المحددة في التوصية ITU-R F.758 من أجل النطاق ما فوق 23 GHz

شريحة النطاق الترددي المحددة في التوصية ITU-R F.758 (GHz)	البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بالنشر للاستخدام في النطاقات الترددية في العمود الأيمن	
29,50-24,25	الجداول 4A-A2 و4B-A2 و4C-A2 في الملحق 2	النطاق GHz 26 النطاق GHz 25,431-25,053/ GHz 26,439-26,061 النطاق GHz 28
33,4-31,8		النطاق GHz 32
40,5-36,0		النطاق GHz 38
52,6-51,4		ملاحظة
59,0-55,78		ملاحظة
86-81/76-71		النطاق GHz 75 النطاق GHz 86-81/76-71

ملاحظة – لا تتوفر هذه البيانات حالياً.

1.5.3 أطوال الوصلة

يمكن تحديد أطوال وصلة الخدمة الثابتة، ضمن التطبيق الذي يستخدم فيه نظام خدمة ثابتة من نقطة إلى نقطة بأخذ العوامل التالية بعين الاعتبار (انظر أيضا الفقرة 2 من هذا الملحق: سيناريوهات النشر لأنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة):

- أداء (أو تيسر) الوصلة المطلوب
- ظرف خط البصر.

وفي حالة الوصلة الوسيطة للبنية التحتية المتنقلة، تصبح المسافة بين محطات القاعدة المتنقلة، أو بين محطات القاعدة المتنقلة وعقدة رفيعة المستوى (محطة الشبكة الأساسية)، عاملا أساسياً.

2.5.3 اتجاه توجيه الهوائي

في نطاقات ترددية معينة يُتشارك فيها مع الخدمات الفضائية فوق GHz 1، ينفصل اتجاه الإشعاع الأقصى لأي هوائي خدمة ثابتة، يتجاوز حداً معيناً من القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.)، عن المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض بقوس تتراوح زاويته بين درجة ونصف ودرجتين وفق الحكم ذي الصلة في المادة **21** من لوائح الراديو حيثما يتسنى ذلك من الناحية العملية. وفي دراسات التشارك بين الخدمة الثابتة والخدمات الفضائية، يتشكل عامل مهم فيما إذا كان قد طُبق على سيناريو نشر خدمة ثابتة في النطاق الترددي المعني تجنب القوس أعلاه (أو الاستمرار فيه).

1.2.5.3 سمت الهوائي

في دراسات التشارك للأغراض العامة، يمكن افتراض أن زوايا السمت (بالدرجات في اتجاه عقارب الساعة من الشمال الحقيقي) ستتغاير بانتظام بين الصفر و360 درجة. وحيثما أمكن، يفضَّل تطبيق ذلك على أساس وصلة لا على أساس محطة، ولكن يمكن قبول تطبيقه على أساس محطة في حال الحصر بقيود مفروضة على النهج المستخدم في المحاكاة أو التحليل.

2.2.5.3 زوايا ارتفاع الهوائي

تشكل هذه المعلمة عاملاً مهماً في تحليل التداخلات على المحطات الفضائية ومنها. وفي هذه المعلمة، تجدر الإشارة إلى إمكانية توقع متوسط زاوية ارتفاع سالب، وخاصة على الوصلات الأطول، نتيجة لتأثير الانكسار في الغلاف الجوي حول انحناء الأرض (انظر تذييل الملحق 2).

3.5.3 ارتفاعات الهوائي فوق مستوى الأرض

تشكل هذه المعلمة عاملاً مهماً في تحليل خسارة الجلبة في البيئات الحضرية، أو في تقييم ظروف خط البصر أو التداخلات على المحطات الأرضية الأخرى ومنها، بما في ذلك المحطات الأرضية في الخدمات الفضائية.

4.5.3 الاستقطاب

تستخدم الأنظمة الثابتة من نقطة إلى نقطة الاستقطاب الأفقي و/أو الرأسي. وعند دراسة التأثير على أو من الأنظمة ذات الاستقطاب الدائري (مثل أنظمة الساتل)، لا لزوم لتحديد أي استقطاب محدد يُستخدم.

وحيثما تقتضي الضرورة التمييز بين الاستقطابين الأفقي والرأسي، سيلزم تحديد المدى الذي تُستخدم فيه تكنولوجيات مثل القناة المشتركة ثنائية الاستقطاب (CCDP) لزيادة سعة النظام. وتتناوب عادة الأنظمة التقليدية المنشورة من نقطة إلى نقطة بين وصلات ذات استقطاب أفقي ووصلات ذات استقطاب رأسي بتقسيم متساو تقريباً بين الاستقطابين مع استخدام كل وصلة لأحد الاستقطابين أو الآخر. أما الأنظمة التي تستخدم القناة المشتركة ثنائية الاستقطاب فهي تستخدم الاستقطابين الأفقي والرأسي كليهما على كل وصلة.

6.3 التبعية بين المعلمات

تجدر الإشارة إلى أن طول الوصلة وزاوية الارتفاع وارتفاع الهوائي هي معلمات تتبع إحداها الأخريين. وبمعرفة أي اثنتين منها، تُحسب الثالثة. ويتعين أن يؤخذ ذلك بعين الاعتبار عند وضع سيناريوهات التشارك.

ففي سيناريو معين، على سبيل المثال، يمكن تعريف عدد من الوصلات العشوائية على أساس التوزعات الإحصائية المحددة لأطوال الوصلة وارتفاع الهوائي. وفي مثل هذه الحالة، ينبغي أن تحسب زوايا ارتفاع الهوائي ذات الصلة لكل وصلة كهذه بدلاً من استخدام الإحصاءات المحددة في هذه التوصية.

وكمثال آخر، في إعداد سيناريو يشارك فيه عدد من المحطات المتموضعة بشكل عشوائي دون إقامة علاقة وصلة، سيجري تجاهل إحصاءات طول الوصلة، وينبغي أن تطبق توزعات ارتفاع الهوائي وزاوية الارتفاع في كل محطة كهذه.

الملحق 2

تلخيص البيانات الإحصائية للمعلمات ذات الصلة بنشر أنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة العاملة في مختلف النطاقات الترددية

1 مقدمة

بناء على مساهمات من عدة إدارات، يقدم هذا الملحق تلخيص البيانات الإحصائية لزوايا ارتفاع الهوائي وأطوال الوصلة وارتفاع الهوائي فوق الأرض، كمعلمات نمطية ذات الصلة بنشر أنظمة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة، من أجل استخدامها في دراسات التشارك والتداخل التي تتضمن أنظمة منشورة من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة.

2 تلخيص البيانات الإحصائية

1.2 النطاقات الترددية دون GHz 6

الجدول 1A-A2

زاوية الارتفاع (بالدرجات)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[2]	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	/1,400-1,375 1,452-1,427	1 614	4,4:3,8–	2,2:1,9–	0,4:0,4–	0,01–	3,37
كندا	/2,110-2,025 2,285-2,200	6 350	0,3:0,9–	0,1:0,6–	0:0,3–	0,2–	0,9
كندا	4,2-3,7	1 580	0,7:1,4–	0,4:0,7–	0:0,3–	0,2–	0,8

[2] يُتوقع متوسط زاوية ارتفاع سالب، وخاصة على الوصلات الأطول، نتيجة لتأثير الانكسار في الغلاف الجوي حول انحناء الأرض (انظر تذييل الملحق 2).

الجدول 1B-A2

طول الوصلة (km)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	/1,400-1,375 1,452-1,427	1 614	44:2,2	37:3,6	27:8,3	17,3	14,6
كندا	/2,110-2,025 2,285-2,200	6 350	83:1	67:1	53:15	39	29
كندا	4,2-3,7	1 580	84:1	72:2	57:7	41	28

الجدول 1C-A2

ارتفاع الهوائي (بالأمتار فوق مستوى الأرض)[3]

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[3]	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	/1,400-1,375 1,452-1,427	1 614	53:5	45:6	33:10	20	16,8
كندا	/2,110-2,025 2,285-2,200	6 350	127:3	105:5	80:15	47	42
كندا	4,2-3,7	1 580	140:15	131:20	85:20	39	42

2.2 النطاقات الترددية من 6 إلى حوالي 11 GHz

الجدول 2A-A2

زاوية الارتفاع (بالدرجات)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[4]	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
كندا	6,425-5,925	31 423	0,5:0,8–	0,1:0,5–	0:0,3–	0,2–	1,4
كندا	6,930-6,425	21 126	0,5:0,7–	0,2:0,5–	0:0,2–	0,1–	1,1
فرنسا	6,425-5,925	1 937	1,6:1,5–	0,9:0,7–	0,2:0,1–	0,03	1,13
فرنسا	7,125-6,425	2 756	2,3:2,3–	1,3:1–	0,2:0,2–	0,01	1,5
بولندا	6	1 262	0,42:0,62–	0,13:0,35–	0,03–:0,19–	0,106–	0,487
بولندا	7	1 280	0,29:0,45–	0,16:0,29–	0,01:0,15–	0,080–	4,739
كندا	7,725-7,125	20 684	0,8:1,4–	0,3:0,9–	0:0,4–	0,2–	1,5
كندا	8,275-7,725	7 772	0,5:1,0–	0,2:0,6–	0:0,2–	0,1–	0,8

[3] يشمل ارتفاع الهوائي فوق مستوى الأرض هيكل الهوائي وأي بناء يُنصب عليه الهوائي.

[4] يُتوقع متوسط زاوية ارتفاع سالب، وخاصة على الوصلات الأطول، نتيجة لتأثير الانكسار في الغلاف الجوي حول انحناء الأرض (انظر تذييل الملحق 2).

الجدول 2A-A2 (*تتمة*)

	النطاق (GHz)		عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[4]	الانحراف المعياري
				95:5	90:10	75:25		
اليابان	7,75-7,425		16 380	7,26:7,29–	4,45:4,50–	1,32:1,41–	0,119–	6,472
فرنسا	8,500-8,025		2 257	5,8:2,4–	3,5:1,5–	1,12:0,25–	0,13	3,24
بولندا	8		1 856	0,20:0,37–	0,06:0,27–	0,03–:0,18–	0,114–	0,347
كندا	10,68-10,55		1 272	0,86:1,0–	0,43:0,56–	0,11:0,22–	0,05–	0,87
كندا	11,7-10,7		24 571	1,1:1,7–	0,5:0,8–	0,1:0,3–	0,1–	1,4
فرنسا	11,7-10,7		2 491	3:2,7–	1,5:1,45–	0,42:0,35–	0,0	1,92
اليابان	11,7-10,7		23 448	3,07:3,10–	1,80:1,85–	0,55:0,60–	0,027–	2,078
بولندا	10	Tx	78	4,08:0,52–	2,80:0,26–	1,28:0,01–	0,525	1,392
		Rx	78	0,30:4,08–	0,21:2,81–	0,17–:1,32–	0,579–	1,373
بولندا	11		1 431	0,29:0,38–	0,17:0,29–	0,00:0,17–	0,076–	0,354

الجدول 2B-A2

طول الوصلة (km)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
كندا	6,425-5,925	31 423	74:9	64:15	51:28	40	18
كندا	6,930-6,425	21 126	68:5	59:8	45:17	30	20
فرنسا	6,425-5,925	1 937	49:12	43:14	37:19	28	12,6
فرنسا	7,125-6,425	2 756	46:8,2	42:10	30:15	21,7	12,5
بولندا	6	1 262	51,4:19,6	46,5:21,9	38,6:27,2	33,3	10,08
بولندا	7	1 280	41,1:11,7	34,0:14,4	26,8:17,1	21,2	9,06
كندا	7,725-7,125	20 684	75:6	70:11	53:20	38	23
كندا	8,275-7,725	7 772	59:5	47:6	35:13	22	17
اليابان	7,75-7,425	8 570	48,8:1,7	39,8:3,5	26,0:8,6	14,8	14,684
فرنسا	8,500-8,025	2 257	50:2,7	41:4,8	28:10	17,43	14,9
بولندا	8	1 856	47,0:15,9	44,6:19,0	39,5:25,7	33,4	9,91
كندا	10,68-10,55	1 272	27:6	22:7	17:10	13	6,41
كندا	11,7-10,7	24 571	45:3	34:4	21:7	13	14
فرنسا	11,7-10,7	2 491	26:4,8	22:6,4	17:9,2	12,51	6,71
اليابان	11,7-10,7	11 724	14,05:2,14	12,24:2,97	9,47:4,85	6,994	3,666
بولندا	10	78	39,2:1,1	20,5:1,7	12,6:3,6	6,9	10,97
بولندا	11	1 431	39,0:8,0	36,0:11,0	30,4:14,7	21,3	9,70

الجدول 2C-A2

ارتفاع الهوائي (بالأمتار فوق مستوى الأرض)[5]

	النطاق (GHz)		عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[5]	الانحراف المعياري
				95:5	90:10	75:25		
كندا	6,425-5,925		31 423	105:14	95:20	78:35	55	41
كندا	6,930-6,425		21 126	115:15	102:20	81:36	54	32
فرنسا	6,425-5,925		1 937	53:5	45:6	33:10	33	22,8
فرنسا	7,125-6,425		2 756	64:8	55:10	43:17	30	19,6
بولندا	6		1 262	115,0:24,2	88,5:29,2	69,3:39,1	55.0	27,9
بولندا	7		1 280	89,9:23,0	75,0:33,5	62,0:41,2	52,0	22,7
كندا	7,725-7,125		20 684	119:11	105:15	76:24	45	34
كندا	8,275-7,725		7 772	110:19	89:23	73:37	52	27
اليابان	7,75-7,425		9 152	82,0:10,8	58,5:13,8	40,93:19,2	27,2	31,163
فرنسا	8,500-8,025		2 257	72:5,5	58:8	36:12	21	25
بولندا	8		1 856	88,0:30,0	80,0:35,4	68,0:46,0	58,9	16,8
كندا	10,68-10,55		1 272	82:15	66:20	50:30	40	24,1
كندا	11,7-10,7		24 571	92:15	80:23	59:33	44	25
فرنسا	11,7-10,7		2 491	55:8	48:10	39:17,5	29	17,11
اليابان	11,7-10,7		23 448	84,0:17,0	69,3:21,4	51,1:28,0	40,5	23,435
بولندا	10	Tx	78	82,0:7,9	80,0:10,0	45,8:16,0	25,5	27,9
		Rx	78	161,8:14,9	142,0:18,8	80,8:33,8	50,0	48,0
بولندا	11		1 431	105,0:27,6	86,0:35,0	69,6:44,0	58,0	23,8

3.2 النطاقات الترددية من 12 إلى 23 GHz

الجدول 3A-A2

زاوية الارتفاع (بالدرجات)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[6]	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	13,25-12,75	8 323	2,8:2,7–	1,4:1,4–	0,33:0,35–	0,01–	2,31
بولندا	13	7 136	0,48:0,60–	0,27:0,38–	0,06:0,19–	0,064–	0,543
فرنسا	14,5-14,25	186	12,9:7,35–	7,32:3,02–	2,6:0,41–	0,14	6,61
كندا	15,35-14,5	16 152	0,8:1,3–	0,5:0,9–	0,1:0,3–	0,1–	1,1
اليابان	15,23-14,4	10 316	3,27:3,30–	1,89:1,92–	0,60:0,60–	0,018–	2,123

[5] يشمل ارتفاع الهوائي فوق مستوى الأرض هيكل الهوائي وأي بناء يُنصب عليه الهوائي.

[6] يُتوقع متوسط زاوية ارتفاع سالب، وخاصة على الوصلات الأطول، نتيجة لتأثير الانكسار في الغلاف الجوي حول انحناء الأرض (انظر تذييل الملحق 2).

الجدول 3A-A2 (*تتمة*)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[6]	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
بولندا	15	5 836	0,47:0,55–	0,25:0,35–	0,08:0,18–	0,049–	0.446
فرنسا	19,7-17,7	7 127	3,37:3,3–	1,79:1,57–	0,48:0,38–	0,02	2,69
كندا	/18,3-17,8 19,7-19,3	19 448	1,0:1,9–	0,6:1,1–	0,2:0,5–	0,1–	2,2
اليابان	18,72-17,82	15 892	9,22:9,22–	5,02:5,04–	1,34:1,35–	0,040–	6,563
بولندا	18	9 137	0,73:0,79–	0,38:0,44–	0,10:0,18–	0,041–	1,226
كندا	/22,4-21,6 23,6-23,0	13 345	1,92:1,95–	1,27:1,19–	0,43:0,46–	0,01–	2,07
اليابان	/22,6-22,4 23,2-23,0	1 148	20,7:20,7–	13,7:13,7–	3,68:3,69–	0,098–	11,864
فرنسا	23,6-22	13 303	3,1:3,2–	1,53:1,55–	0,41:0,42–	0,0	2,78
بولندا	23	24 344	1,06:1,09–	0,61:0,65–	0,19:0,24–	0,030–	1,064

الجدول 3B-A2

طول الوصلة (km)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	13,25-12,75	8 323	28:4	24:5,7	18:8,5	12,7	8,08
بولندا	13	7 136	31,5:8,8	28,6:10,6	23,2:13,8	17,7	7,26
فرنسا	14,5-14,25	186	25:2	22:3,7	16:7	10,7	7,13
كندا	15,35-14,5	16 152	32:2	25:3	15:5	9	11
اليابان	15,23-14,4	5 158	7,42:1,83	6,52:2,38	5,39:3,24	4,211	1,878
بولندا	15	5 836	68,0:27,0	63,0:34,0	53,3:43,5	46,0	12,9
فرنسا	19,7-17,7	7 127	16:1,5	14:2,3	10:4,3	7,3	5,1
كندا	/18,3-17,8 19,7-19,3	19 448	30:2	22:2	12:3	6	10
اليابان	18,72-17,82	7 944	6,89:0,7	5,8:1,1	4,0:1,8	2,7	1,882
بولندا	18	9 137	20,4:3,7	18,0:5,3	14,5:8,4	11,4	4,95
كندا	/22,4-21,6 23,6-23,0	13 345	8:1	6:1	4:2	3	17,69
اليابان	/22,6-22,4 23,2-23,0	592	7,6:0,7	3,9:1,0	3,0:1,5	2,2	2,436
فرنسا	23,6-22,2	13 303	13:1,3	11:2,1	8,6:4,1	6,2	3,58
بولندا	23	24 344	14,3:2,1	12,5:3,1	9,8:5,1	7,4	3,74

الجدول 3C-A2

ارتفاع الهوائي (بالأمتار فوق مستوى الأرض)[7]

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	13,25-12,75	8 323	52:7	45:10	37:17	27,7	16,61
بولندا	13	7 136	104,1:17,0	80,0:25,0	58,0:37,0	46,0	28,8
فرنسا	14,5-14,25	186 352	52:6	45:8	34:12	20	16,67
كندا	15,35-14,5	16 152	94:22	82:26	58:34	43	24
اليابان	15,23-14,4	10 316	91,83:19,78	74,4:22,4	52,0:31,2	41,20	26,073
بولندا	15	5 836	68,0:27,0	63,0:34,0	53,3:43,5	46,0	12,9
فرنسا	19,7-17,7	7 127	55:8,6	47:11,7	38:20	29	17,84
كندا	/18,3-17,8 19,7-19,3	19 448	91:18	75:23	52:30	40	24
اليابان	18,72-17,82	10 232	71,89:11,7	52,59:15,0	41,0:22,38	32,0	30,939
بولندا	18	9 137	84,1:20,0	69,3:27,0	58,0:38,0	45,0	22,8
كندا	/22,4-21,6 23,6-23,0	13 345	74:11	60:15	44:25	33	23,7
اليابان	/22,6-22,4 23,2-23,0	538	68,5:5,0	51,29:6,0	35,4:12,3	24,0	21,885
فرنسا	23,6-22	13 303	50:9	44:12	36:20	28	15,26
بولندا	23	24 344	82,0:15,0	65,0:21,5	52,0:33,5	42,0	24,1

4.2 النطاقات الترددية فوق GHz 23

الجدول 4A-A2

زاوية الارتفاع (بالدرجات)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط[8]	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	/25,431-25,053 26,439-26,061	3 582	3,35:3,03–	2,09:1,6–	0,6:0,5–	0,03	2,68
بولندا	26	626	2,44:2,46–	1,38:1,40–	0,50:0,53–	0,017–	2,366
بولندا	28	8	–:–	–:–	0,34:0,38–	0,041–	0,378
فرنسا	/32,543-31,871 33,355-32,683	122	4,3:0,83–	3,24:0,31–	1,27:0,05	0,5	1,90
بولندا	32	7 587	2,12:2,13–	1,34:1,36–	0,54:0,56–	0,005–	2,177
فرنسا	38	7 554	4,3:3,8–	2,36:2,09–	0,71:0,73–	0,04–	3,13
بولندا	38	30 437	3,59:3,59–	2,17:2,17–	0,83:0,85–	0,004–	3,600
فرنسا	86-81/76-71	61	4,3:1,7–	2,6:0,9–	1:0,2–	0,34	2,15
بولندا	75	176	3,11:3,12–	2,54:2,54–	1,00:1,01–	0,004–	2,366

[7] يشمل ارتفاع الهوائي فوق مستوى الأرض هيكل الهوائي وأي بناء يُنصب عليه الهوائي.

[8] يُتوقع متوسط زاوية ارتفاع سالب، وخاصة على الوصلات الأطول، نتيجة لتأثير الانكسار في الغلاف الجوي حول انحناء الأرض (انظر تذييل الملحق 2).

الجدول 4B-A2

طول الوصلة (km)

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	/25,431-25,053 26,439-26,061	3 582	8:0,7	6:1,07	5:1,85	3,06	2,12
بولندا	26	626	9,0:0,8	7,6:1,0	5,8:2,0	3,3	2,63
بولندا	28	8	–:–	–:–	11,3:4,9	7,1	3,08
فرنسا	/32,543-31,871 33,355-32,683	122	5:0,72	4,4:1	4:1,5	2,5	1,43
بولندا	32	7 587	7,2:0,5	6,2:0,7	3,7:1,1	2,0	2,15
فرنسا	38	7 554	5:0,5	4:0,8	3:1,3	2,29	1,38
بولندا	38	30 437	4,6:0,4	3,9:0,5	2,7:1,0	1,7	1,35
فرنسا	86-81/76-71	61	2,8:0,5	2,7:0,7	2,3:1	1,87	0,95
بولندا	75	176	2,0:0,3	1,9:0,5	1,8:0,7	1,0	0,66

الجدول 4C-A2

ارتفاع الهوائي (بالأمتار فوق مستوى الأرض)[9]

	النطاق (GHz)	عدد السجلات	توزعات الترتيب المئوي			المتوسط	الانحراف المعياري
			95:5	90:10	75:25		
فرنسا	/25,431-25,053 26,439-26,061	3 582	56:10	48:14	38:21	29	18,13
بولندا	26	626	110,3:14,4	79,5:18,0	55,0:26,0	38,3	29,2
بولندا	28	8	–:–	–:–	99,8:33,5	50,0	32,2
فرنسا	/32,543-31,871 33,355-32,683	122	63:13	52:17	43:24	33	19
بولندا	32	7 587	98,0:13,0	68,2:16,0	40,0:21,4	28,0	29,5
فرنسا	38	7 554	53:10	46:14	36,5:20,5	28	16,88
بولندا	38	30 437	85,0:12,0	64,0:15,0	44,5:22,0	33,5	26,5
فرنسا	86-81/76-71	61	50:12	46:16	36:21	29,05	11,59
بولندا	75	176	68,2:11,0	49,0:13,6	38,9:17,0	26,3	21,4

[9] يشمل ارتفاع الهوائي فوق مستوى الأرض هيكل الهوائي وأي بناء يُنصب عليه الهوائي.

تذييل
للملحق 2

توجيه لاشتقاق بيانات زاوية الارتفاع مع احتساب تأثير الانكسار في الغلاف الجوي حول انحناء الأرض

احتُسب انحناء الأرض في جميع المسافات d، واستُخدمت الصيغ الواردة في التوصية ITU-R P.1812-3:

$$\theta_{tdeg} = \theta_{trad} \cdot \frac{10^{-3} \cdot 180}{\pi} \qquad \text{degrees}$$

حيث:

$$\theta_{td} = 1\,000 \arctan\left(\frac{h_{rs} - h_{ts}}{10^3 d} - \frac{d}{2\, a_e} \right)$$

a_e: نصف قُطر الأرض الفعّال المناسب للمسير

h_{ts}: ارتفاع هوائي المرسل (m) فوق متوسط مستوى البحر (amsl)

h_{rs}: ارتفاع هوائي المستقبل (m) (amsl)

d: مسافة مسير الدائرة العظمى (km)

يحدد عامل نصف قُطر الأرض الفعّال المتوسط k_{50} للمسير بواسطة المعادلة التالية:

$$k_{50} = \frac{157}{157 - \Delta N}$$

ΔN: متوسط معدل انحسار الانكسارية الراديوية (N-units/km)

ويمكن أن تحدد القيمة المتوسطة لنصف قُطر الأرض الفعّال a_e بواسطة المعادلة التالية:

$$a_e = 6\,371 \cdot k_{50} \qquad \text{km}$$