الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R SM.1875-2

(2014/08)

قياسات تغطية الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض والتحقق من معايير التخطيط

السلسلة SM

إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

150 ITU 1865-2015

تمهيـــد

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	العنـــوان
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 بعد
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، 2015

© ITU 2015
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).

التوصيـــة ITU-R SM.1875-2

قياسات تغطية الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض والتحقق من معايير التخطيط

(2014-2013-2010)

مجال التطبيق

تصف هذه التوصية الطرائق المستخدمة في قياسات تغطية الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض (DVB-T) وتقييمها.

كلمات رئيسية

قياسات التغطية، الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض (DVB-T)، المراقبة، التخطيط

المختصرات/مسرد المصطلحات

BER – معدل الخطأ في البتات

C/N – نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء

C/I – نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل، ويشار إليها أيضاً في هذه التوصية بمصطلح "نسبة الحماية"

FEC – تصحيح أمامي للأخطاء

DVB-T – الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض

الاتفاق GE06 – هو الاتفاق الإقليمي، بما فيه ملحقاته والخطط المرفقة به، الذي اعتمده في عام 2006 المؤتمر الإقليمي للاتصالات الراديوية المعني بتخطيط خدمة الإذاعة الرقمية للأرض في الإقليم 1 (أجزاء الإقليم 1الواقعة غرب دائرة الطول 170° شرقاً وشمال دائرة العرض 40° جنوباً، باستثناء أراضي منغوليا) وفي جمهورية إيران الإسلامية، في نطاقي التردد 174-230 MHz و470-862 MHz (جنيف، 2006) (الاتفاق GE06)

MFN – شبكة متعددة الترددات

QEF – بدون أخطاء تقريباً

QoS – جودة الخدمة

RF – التردد الراديوي

SFN – شبكة وحيدة التردد

توصيات الاتحاد ذات صلة

التوصيات ITU-R BT.419 وITU-R P.1546 وITU-R P.1812.

ملاحظـــة – ينبغي في جميع الأحوال استعمال أحدث طبعة سارية من التوصية/التقرير.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن اتفاق جنيف لعام 2006 (GE06) يحدد ظروف الاستقبال والقيم اللازمة للنسبة إشارة إلى ضوضاء والقيم الدنيا لشدة المجال لاستقبال الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض؛

ب) أن على خدمات المراقبة أن تقيس تغطية مرسلات وشبكات الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض للتحقق من تطابقها مع تنبؤات التغطية المستخدمة في عملية التخطيط أو لتقييم ظروف الاستقبال في موقع تُرصد فيه تداخلات،

توصي

بأن تُستخدم الطريقة المبينة في الملحق 1 مع التصحيحات المبينة في الملحق 2 لقياس تغطية الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض والتحقق من معايير التخطيط.

الملحـــق 1

1 مقدمة

يجب أن تقيس خدمات المراقبة تغطية شبكات الإذاعة لأغراض مختلفة:

- التحقق من تنبؤات الأدوات الحاسوبية المستخدمة في تخطيط الشبكة.
- التحقق من الالتزام بشروط الترخيص إذا كان جزء من ترخيص الإذاعة يقضي بأن تقوم خدمة الإذاعة بتغطية منطقة معينة أو نسبة مئوية من منطقة أو نسبة مئوية من السكان.
- تقييم ظروف الاستقبال في مواقع معينة تُرصد فيها تداخلات.

وينبغي قياس تغطية الشبكات التلفزيونية الرقمية الأرضية بطريقة تختلف عن الشبكات التماثلية، وذلك بسبب ظروف ومبادئ ملازمة لعملية استقبال النظم ذات التشكيل الرقمي.

وتصف هذه التوصية مبادئ القياس والخطوات والتجهيزات اللازمة لقياسات التغطية الثابتة والمتنقلة لمرسلات وشبكات الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض. بيد أن معظم المعلومات المقدمة تصلح كذلك لقياسات الأنظمة الأخرى للإذاعة الرقمية للأرض.

ولا تشمل هذه التوصية قياسات جودة الخدمة (QoS) والقياسات الهادفة إلى التحقق من المعلمات التقنية للمرسلات.

2 المصطلحات والتعاريف المستخدمة لأغراض هذه التوصية

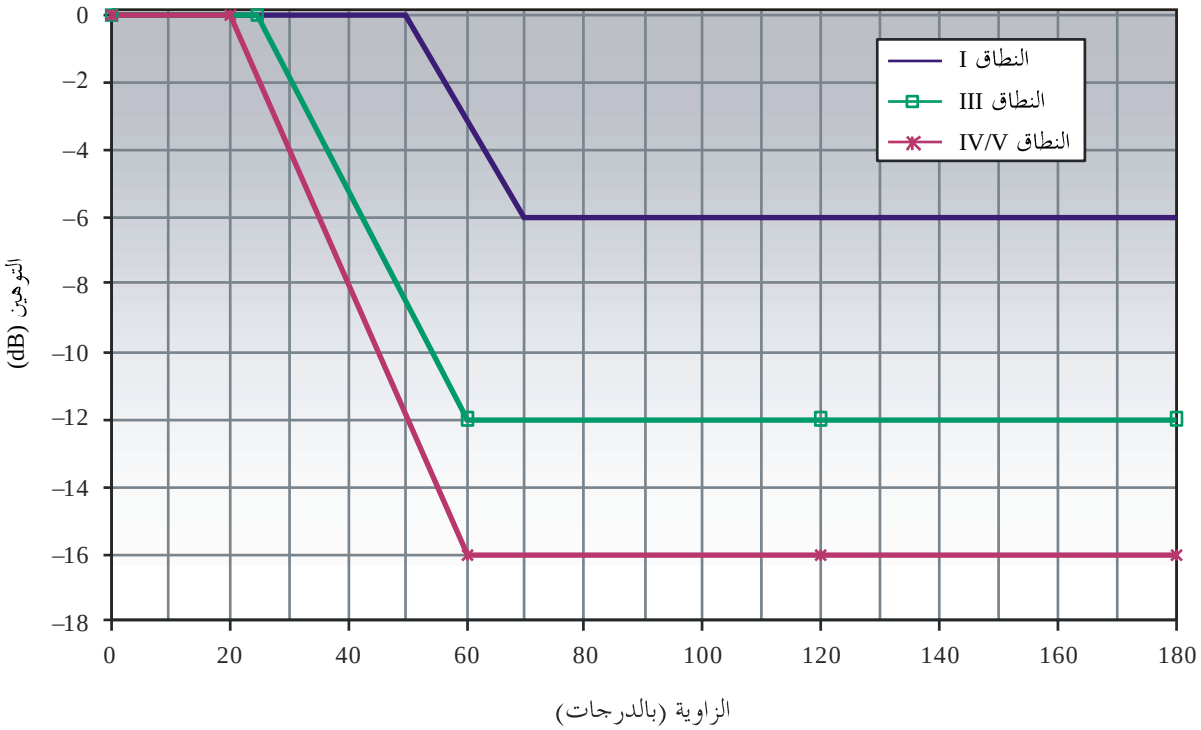
تستخدم المصطلحات والتعاريف التالية في هذه التوصية. وفي حال استخدام مصطلحات عامة في هذه التوصية، تؤول تعاريفها وتختص فقط بمسائل التغطية المرتبطة بنظام الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض.

1.2 مخطط هوائي للاستقبال الثابت

يحدد مخطط الهوائي خصائص مستوى خرج الهوائي النسبي عند استقبال الإشارة من زوايا مختلفة. وتحدد التوصية ITU-R BT.419 اتجاهية هوائي معياري يستخدم للاستقبال الثابت للإذاعة كما هو مبين في الشكل 1. ولمحاكاة ظروف الاستقبال الفعلية لجهاز أحد العملاء، ينبغي إجراء قياسات التغطية الثابتة بواسطة هوائي قياس له نفس الاتجاهية.

الشـــكل 1

الاتجاهية النسبية للهوائيات من أجل الاستقبال الثابت للإذاعة



SM.1875-01

وينبغي إجراء قياسات التغطية المتنقلة بهوائيات قياس شاملة الاتجاهات. وتبلغ الخسارة النسبية القصوى في أي من الاتجاهات ±3 dB.

2.2 عامل الهوائي

يستخدم عامل الهوائي لحساب شدة المجال من سوية خرج الهوائي. وبما أن العامل يعبر عنه عادة بوحدة dB، تكون معادلة الحساب كالتالي:

$$E = U + K \qquad \text{dB}(\mu\text{V/m})$$

حيث:

E: شدة المجال الكهربائي عند الهوائي (dB(µV/m))

U: فلطية خرج الهوائي المقيسة (dB(µV))

K: عامل الهوائي (dB(1/m)).

ويعتمد عامل الهوائي على التردد والكسب وفقاً للمعادلة التالية:

$$K = 20\ \text{Log}(f) - G_i - 29{,}774 \quad \textit{(من أجل الأنظمة 50 Ohm)}$$

حيث:

f: التردد (MHz)

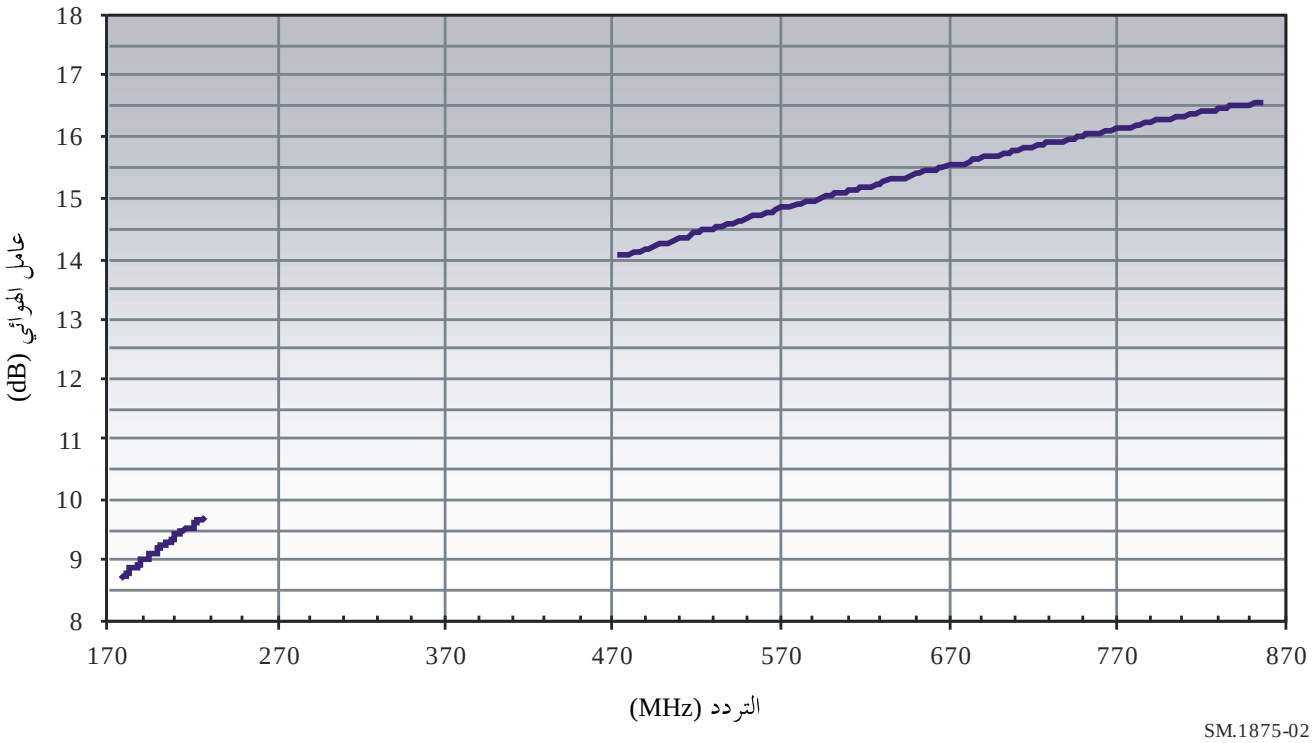
G_i: كسب الهوائي المتعلق بعنصر مشع متناحٍ (dB)

K: عامل الهوائي (dB(1/m)).

ويبين الشكل 2 عامل الهوائي الخاص بالهوائي المعياري المستخدم لاستقبال الإذاعة الثابت وفقاً للتوصية ITU-R BT.419 باتجاه الحزمة الرئيسية، الذي هو مماثل للهوائي المستخدم لقياسات الاستقبال الثابت.

الشـــكل 2

عامل الهوائي لاستقبال الإذاعة الثابت



3.2 منطقة التخصيص

منطقة التخصيص هي منطقة تغطية تتحقق بواسطة مرسل واحد أو أكثر تكون فيها جميع المعلمات المتعلقة بعملية التخطيط، مثل قدرة المرسل وارتفاع الهوائي واتجاهيته، معروفة. وتحد منطقة التخصيص التداخلات الناجمة عن مصادر موجودة خارج هذه المنطقة.

4.2 معدل الخطأ في البتات

معدل الخطأ في البتات (BER) عامة، هو عدد البتات الزائفة مقسوماً على العدد الإجمالي للبتات المرسلة خلال فترة معينة. وهو عبارة عن قياس لجودة استقبال إشارة رقمية. وبما أن الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض تستخدم حماية داخلية وخارجية من الأخطاء، فمن الممكن تحديد معدل الخطأ في البتات بعد أن يكون مفكك الشفرة فايتربي (Viterbi) ومفكك الشفرة ريد سولومون (Reed-Solomon)، خارج البث.

ويعتبر معدل الخطأ في البتات البالغ 10^{-4} بعد مفكك الشفرة فايتربي كافياً لاستقبال الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض.

5.2 نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (*C/N*)

انظر نسبة الحماية.

6.2 المصطلح "مغطاة"

تعتبر منطقة معينة "مغطاة" بالإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض حين تكون شدة المجال المتوسطة لوضع الاستقبال الخاص على ارتفاع محدد عن الأرض (غالباً 10 m) ونسبة الحماية يصلان إلى القيم المبيّنة في وثائق التخطيط ذات الصلة (مثل الاتفاق GE06)، أو تفوقها.

ويتوقف كون منطقة معينة مغطاة أو غير مغطاة على عملية الحساب المنجزة بواسطة أداة التنبؤ بالتغطية التي تفترض ظروفاً و/أو قيماً محددة تخص:

- ظروف الاستقبال (على سبيل المثال، استقبال ثابت أو محمول)؛
- خسارة شدة المجال مع المسافة بفعل التضاريس والبنية؛
- نموذج المستقبل (مثل الحساسية والانتقائية)؛
- هوائي الاستقبال (الارتفاع، الكسب والاتجاهية)؛
- قناة الاستقبال (غوسية، رايس، أو رايلي).

كما يرتبط بالنعت "مغطاة" بعض الاحتمال المتعلق بالوقت أو الموقع. وتُستخدم أدوات التخطيط لحساب منطقة التغطية لهذا الاحتمال (على سبيل المثال، 50% من الوقت و50% من المواقع).

ولا يمكن بذلك افتراض أن استقبال الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض بواسطة مستقبل معياري ممكن في كل موقع داخل المنطقة المصنفة على أنها مغطاة.

ولا يمكن التحقق من التغطية بواسطة مستقبل معياري للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض بمجرد التحقق مما إذا كان يعمل في موقع ما من عدمه. وعوضاً عن ذلك، ينبغي قياس المعلمات التقنية مثل شدة المجال، في ظروف استقبال يستحسن أن تكون مماثلة لتلك المفترضة في أداة التخطيط.

7.2 المصطلح "الاستقبال ممكن"

يعتبر استقبال الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض ممكناً في موقع معين إذا استطاع مستقبل معياري تصحيح جميع الأخطاء (تقريباً) في 99% من الوقت وإنتاج صورة. وينبغي أن يكون معدل الخطأ في البتات بعد مفكك الشفرة فايتربي أقل من $2*10^{-4}$.

وتتوقف شدة المجال الفعلية اللازمة لنجاح استقبال الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض على ما يلي:

- صيغة نظام الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض؛
- أداء المستقبل؛
- كسب الهوائي؛
- نمط قناة الاستقبال (غوسية، رايس، أو رايلي).

ويمكن التحقق من إمكانية الاستقبال العام عبر قياس المعلمات التالية:

- شدة مجال الاستقبال المتوسطة؛
- شدة مجال التداخل المتوسطة؛
- نمط قناة الاستقبال.

ويمكن بصورة بديلة، إجراء اختبار استقبال بواسطة مستقبل معياري للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض. وتبيّن نتائج هذه الاختبارات أنه، فيما يخص الاستقبال المحمول، هناك في بعض الأحيان، حاجة إلى قيم شدة مجال تفوق القيم المتوسطة المحددة في الاتفاقات ذات الصلة.

8.2 التنبؤ بالتغطية

إن التنبؤ بالتغطية خطوة ترمي إلى حساب المنطقة الجغرافية التي يمكن داخلها استقبال الخدمة. وتقوم هذه العملية على معلمات المرسل والتضاريس الأرضية وأنماط الانتشار وتنجز بواسطة أدوات حاسوبية. وتمثل النتائج موقعاً محدداً واحتمالاً للوقت.

وينص الاتفاق GE06، على أن قيم شدة المجال الدنيا المرتبطة بالإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض الواجب الوصول إليها على حدود منطقة التغطية، تكون صالحة على ارتفاع 10 أمتار عن الأرض ويفترض إمكانية تحقيق استقبال ثابت بواسطة هوائي اتجاهي وفقاً للشكلين 1 و2. وهذه القيم قيم متوسطة لقيم شدة المجال الدنيا المكافئة وهي تتوقف على صيغة النظام وقناة الاستقبال.

9.2 عامل الذروة

عامل الذروة هو النسبة بين قيمة الذروة وقيمة جذر متوسط التربيع لبث من الترددات الراديوية. وتُعطى هذه النسبة عادة بوحدات dB وتشكل الفارق بين قيمتي الذروة وجذر متوسط التربيع (dB).

10.2 فترة الحراسة

للاستفادة من جميع مكونات الإشارة الواردة من عمليات الإرسال والانعكاس من نفس القناة التي تصل إلى المستقبل في أوقات مختلفة، وتجنب التداخل بين رمزين متلاحقين، يتم بث كل رمز لمدة أطول إلى أن يتم فك شفرة الإشارة. ويسمى الوقت الإضافي فترة الحراسة. ومن الممكن أن تبدأ عملية فك التشفير الفعلية داخل المستقبل بعد انقضاء فترة الحراسة. ويتوقف طول فترة الحراسة على صيغة النظام والمسافة القصوى بين المرسلات المتجاورة في شبكة ذات تردد واحد (SFN).

11.2 الخسارة بسبب الارتفاع

هي الفارق في شدة المجال على ارتفاع 10 m عن الأرض (الارتفاع المرجعي للتخطيط للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض) وشدة مجال الاستقبال عند هوائي يوجد على مسافة أقرب من الأرض (على ارتفاع 1,5 m للاستقبال المحمول مثلاً). وتعتبر قيمة الخسارة هذه قيمة إحصائية.

12.2 شدة مجال التداخل

تنتج شدة مجال التداخل عن الإشارات الآتية من مرسلات ترسل على نفس التردد، ولا تشكل جزءاً من الشبكة وحيدة التردد أو المرسل الجاري التحقق منهما، وعن الإشارات الآتية من مرسلات قناة مجاورة والإشارات الآتية من مرسلات شبكة التردد الواحدة الجاري التحقق منها التي تُستقبل خارج فترة الحراسة. وتتشكل شدة مجال التداخل من خلال جمع متجهي لمكوّن الإشارة المستقبلة مباشرة من مصدر التداخل والانعكاسات الناجمة عن العوائق الموجودة في المنطقة. وتختلف شدة مجال التداخل حسب موقع المستقبل ولأن العوائق العاكسة قد لا تكون ثابتة، فإنها تختلف حسب الوقت أيضاً. ولا يمكن بالتالي وصف شدة مجال التداخل الفعلية في منطقة معينة إلا إحصائياً بقيمة وسطية وانحراف معياري.

وقد يكون القياس العملي لشدة مجال التداخل صعباً، لا سيما إذا كان مستوى التداخل أقل بكثير من مستوى الإشارة المطلوبة وكان مصدر التداخل والمرسل المطلوب يُستقبلان من نفس الاتجاه. ومن بين الطرائق المحتملة التي من شأنها تحسين ظروف قياس شدة مجال التداخل ما يلي:

- استخدام هوائي قياس ذي اتجاهية عالية للفصل بين الإشارات المطلوبة والمسببة للتداخل عبر تغيير السمت.
- قياس إشارة على تردد مختلف تُبث من نفس موقع المرسل المسبب للتداخل. وفي هذه الحالة، قد يكون من الضروري اللجوء إلى تصحيح لجبر خسارة التوهين المختلفة الناجمة عن فارق التردد وعن اختلاف قدرة المرسل على تردد القياس.
- إبطال المرسل أو الشبكة وحيدة التردد المطلوبة أثناء القياس.

وحين تصل إشارة التداخل إلى أكثر من 30 dB دون شدة المجال المطلوبة، يمكن تجاهل تأثيرها على استقبال المرسل المطلوب أو الشبكة وحيدة التردد.

13.2 القيمة المتوسطة

تُحسب القيمة المتوسطة من مجموع عيّنات عدة (سلسلة من شدات المجال المقيسة مثلاً) بحيث تكون القيمة التي تزيد فيها قيمة 50% من جميع العيّنات هذه القيمة المتوسطة، وتكون قيمة 50% الأخرى أقل منها. والقيمة المتوسطة قيمة إحصائية وهي تحدد 50% من الثقة أو الاحتمال.

مثال: تُحسب شدة المجال في 100 موقع داخل منطقة معينة. وتبلغ القيمة المتوسطة لجميع قيم القياس 42 dB(μV/m). ويعني هذا أن احتمال أن تبلغ شدة المجال الفعلية في **أي** موقع في هذه المنطقة 42 dB(μV/m) على الأقل، هو 50%.

وتكمن ميزة استخدام القيمة المتوسطة عند تحديد شدة المجال بشكل إحصائي في أن القيم الفردية البعيدة عنها لا تؤثر على النتيجة بقدر تأثير الوسط الحسابي أو المتوسط.

14.2 القيمة الدنيا لمتوسط شدة المجال (E_{med})

هي قيمة شدة المجال المتوسطة التي تقوم على حسابات لنسبة مئوية معينة من المواقع داخل منطقة استقبال. وتُعطى قيم هذه القيمة في ما يخص الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض، في نصوص التخطيط ذات الصلة، مثل الاتفاق GE06، على ارتفاع 10 m عن سطح الأرض ولاحتمالية مواقع تصل إلى 50%. وتُعطى هذه القيم لكل صيغة للنظام.

وتمثل هذه القيم، من دون تصحيح، سيناريو الاستقبال الثابت فحسب. ويجب في الاستقبال المحمول، تطبيق عوامل تصحيح لمختلف ارتفاعات الهوائي، وكسب الهوائي، والمستوى المطلوب من احتمال المواقع والوقت، والخسارة الناجمة عن اختراق المباني (حال تطبيقها).

ويضمن تخطيط الشبكة أن شدة المجال المطلوبة الدنيا على الأقل قد تحققت نظرياً في مجمل منطقة التغطية، استناداً إلى القدرة المشعة للمرسل، وارتفاع هوائي المرسل وتضاريس الأرض.

15.2 شبكة متعدّدة الترددات (MFN)

المختصر MFN يرمز إلى الشبكة متعددة الترددات. وهي شبكة يعمل فيها كل مرسل على تردد مختلف، داخل منطقة التغطية.

16.2 سوية الإشارة المكافئة الدنيا

إن السوية الدنيا اللازمة عند دخل المستقبل لفك شفرة الإشارة المطلوبة هي القيمة الدنيا للنسبة (S/N) إشارة إلى ضوضاء المتوقفة على النظام مضاف إليها عامل ضوضاء المستقبل. وتتيح القيمة الدنيا للنسبة إشارة إلى ضوضاء للمستقبل فك شفرة الإشارة من دون أخطاء (QEF) تقريباً. وتتوقف هذه النسبة على صيغة النظام وقناة الاستقبال. ويفترض عامل ضوضاء المستقبل أداء معيناً للمستقبل وهو محدد بمقدار 7 dB لمستقبل معياري للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض.

17.2 شدة المجال الدنيا (المكافئة) المطلوبة (E_{min})

هي شدة المجال الدنيا لإشارة وحيدة مطلوبة تكون ضرورية لمستقبل معياري كي يقوم بفك شفرة الإشارة من دون أخطاء تقريباً، في ظل غياب أية إشارات تداخل. وتمثل مستوى الإشارة المكافئة الدنيا عند دخل المستقبل مضافاً إليها عامل الهوائي، وتصلح في موقع استقبال معيّن، أي من دون تصحيح لاحتمال الموقع والوقت.

18.2 كسب الشبكة

في حال إمكانية استقبال الإشارات من أجهزة إرسال مطلوبة متعددة داخل شبكة وحيدة التردد ضمن فترة الحراسة، يمكن عندها تحسين جودة الاستقبال وتخفيض شدة المجال الدنيا المطلوبة من كل مرسل. بيد أن كسب الهوائي لا يعادل مجموع شدات المجال المطلوبة من المرسلات التي يتم استقبال إشاراتها، بل هو يمثل بالكاد احتمالاً متنامياً لاستقبال إشارة أفضل من اتجاه إضافي بدلاً من مرسل وحيد فقط.

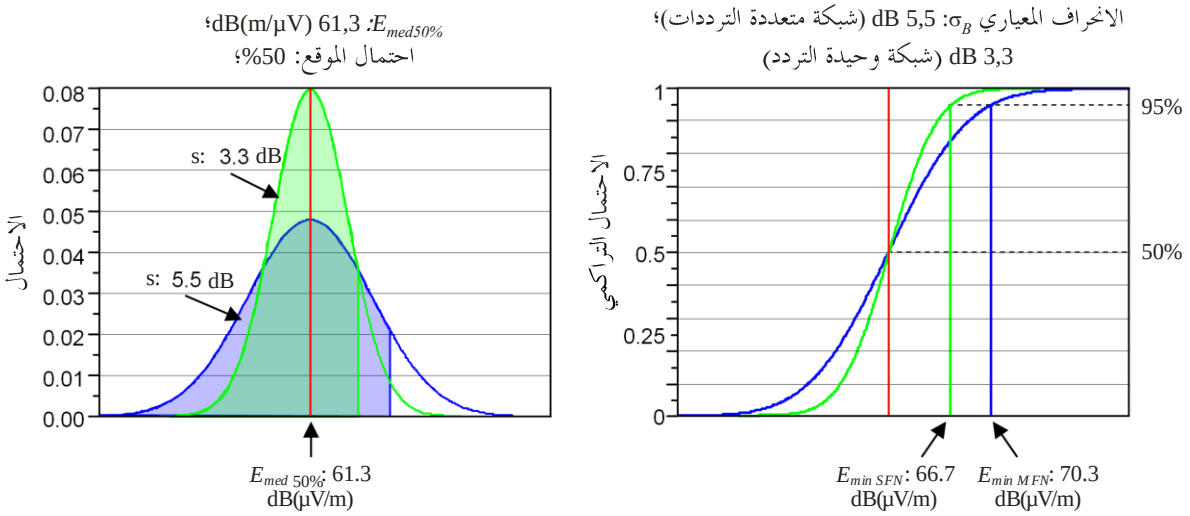
وكسب الشبكة هو الفارق بين شدات مجال الاستقبال داخل الشبكات وحيدة التردد والشبكات متعددة التردد، اللازمة لنفس احتمال الموقع.

وفي شبكة وحيدة التردد، يؤدي العدد المتنامي من أجهزة الإرسال إلى توزيع أكثر تجانساً لشدة المجال في منطقة التغطية. ويكون الانحراف المعياري σ لقيم شدة المجال أقل.

مثال: تكون قيمة شدة المجال المتوسطة الدنيا (E_{med}) لصيغة معينة للنظام وفقاً للاتفاقات الدولية 61,3 dB(μV/m). وينطبق ذلك، من حيث التعريف، على احتمال للموقع يصل إلى 50%. وتصل شدة المجال الدنيا المطلوبة في شبكة وحيدة التردد (E_{min}) لاحتمال للموقع مقداره 95% إلى 66,7 dB(μV/m)، وإلى 70,3 dB(μV/m) في شبكة متعددة التردد. ويبلغ بذلك كسب الشبكة 3,6 dB.

الشـــكل 3

كسب الشبكة



SM.1875-03

19.2 نسبة الحماية

نسبة الحماية (C/I) هي الفارق بين مستوى الإشارة المطلوبة ومجموع كل مستويات الإشارات غير المطلوبة، وتقاس بوحدة dB. وفيما يخص الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض، يحدد الاتفاق GE06 نسب الحماية المطلوبة. وتتوقف هذه النسب على صيغة النظام.

وفي غياب أية إشارات تداخل، يكون "عنصر التداخل" الوحيد هو الضوضاء وتصبح نسبة الحماية (C/I) مساوية للنسبة موجة حاملة إلى ضوضاء (C/N).

20.2 الاستقبال من دون أخطاء تقريباً

كما هو الحال في الكثير من الأنظمة الرقمية المتضمنة للتصحيح الأمامي للأخطاء، يُعرف الاستقبال من دون أخطاء تقريباً عند النقطة التي يقع فيها خطأ واحد غير مصحح فقط في الساعة. وفيما يخص أنظمة الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض، تكون معدلات الخطأ في البتات المقابلة كما يلي:

- $1*10^{-11}$ بعد مفكك الشفرة ريد – سولومون؛
- $2*10^{-4}$ بعد مفكك الشفرة فايتربي.

وتستخدم هذه القيم بشكل شائع في الاتفاقات الدولية من قبيل الاتفاق GE06.

21.2 شدة مجال الاستقبال

تتكون شدة مجال الاستقبال من الجمع المتجهي لمكون الإشارة المستقبلة مباشرة والانعكاسات الناجمة عن العوائق المتواجدة في المكان. وتتغير شدة مجال الاستقبال وفقاً لموقع المستقبل، ولأن الحواجز العاكسة قد لا تكون ثابتة، فإنها تتغير مع الوقت كذلك. ولا يمكن إذن وصف شدة مجال الاستقبال الفعلية في منطقة معينة إلا إحصائياً بقيمة وسطية وانحراف معياري.

22.2 سيناريوهات الاستقبال

حدد الاتفاق GE06 سيناريوهات الاستقبال التالية:

- الاستقبال الثابت (FX)
- الاستقبال المحمول خارج المباني (محمول من الفئة "A" أو PO)
- الاستقبال المحمول داخل المباني (محمول من الفئة "B" أو PI)
- الاستقبال المتنقل (MO).

ويعدد الجدول 1 الخصائص والمعلمات الرئيسية المستخدمة لسيناريوهات الاستقبال هذه.

الجـــدول 1

سيناريوهات ومعلمات استقبال الإذاعة الرقمية الفيديوية للأرض

	الاستقبال الثابت (FX)	**الاستقبال المحمول خارج المباني (PO)**	**الاستقبال المحمول داخل المباني (PI)**	**الاستقبال المتنقل (MO)**
موقع المستقبل	خارج المباني	خارج المباني	داخل المباني	فوق سقف السيارات، متحرك
كسب الهوائي	اتجاهي dBi 12 … 7	شامل الاتجاهات dBi 0 … 2,2–	شامل الاتجاهات dBi 0 … 2,2–	شامل الاتجاهات dBi 0 … 2,2–
ارتفاع الهوائي	10 m فوق سطح الأرض	1,5 m فوق سطح الأرض على الأقل	1,5 m فوق سطح الأرض على الأقل	1,5 m فوق سطح الأرض على الأقل
الاستقطاب	أفقي/رأسي	لا فك لاقتران الاستقطاب	لا فك لاقتران الاستقطاب	لا فك لاقتران الاستقطاب
خسارة الكبل	dB 5 … 2	dB 0	dB 0	dB 0
خسارة من جراء اختراق المباني	dB 0	dB 0	dB 9 :VHF dB 8 :UHF الانحراف المعياري: dB 3 :VHF dB 5,5 :UHF	dB 0

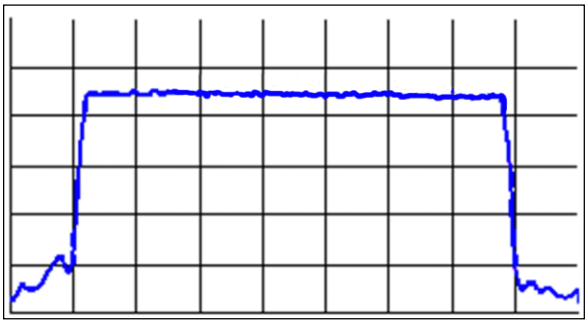
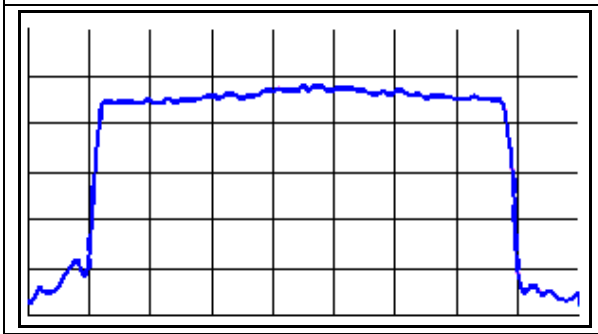
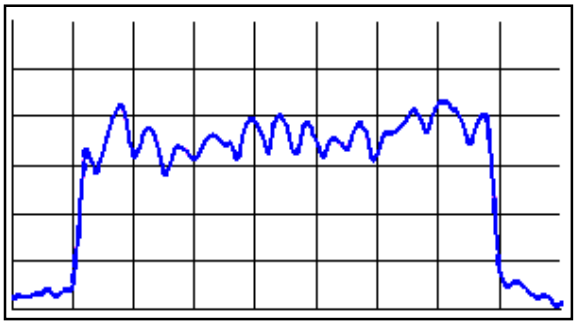
23.2 قناة الاستقبال

من الممكن أن يعاني الطيف المستقبل من الانحطاط بسبب الانعكاسات والحجب واستقبال الإشارات من أجهزة إرسال متعددة من شبكة وحيدة التردد. ويحدد مقدار هذا الانحطاط قناة الاستقبال المبينة في الجدول 2.

ويؤثر الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}) على المستوى الأدنى لدخل المستقبل اللازم لفك شفرة إشارة الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض.

الجـــدول 2

قنوات استقبال الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض

	**قناة غوس:** تُستقبَل فقط الإشارة المباشرة الصادرة من مرسل على خط البصر. ولا تستقبل الانعكاسات ولا الإرسالات من نفس القناة. لذلك، يكون شكل طيف تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد مستطيلاً. ويتراوح الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}) عبر عرض نطاق القناة بين 0 و1 dB.
	**قناة رايس:** بالإضافة إلى الإشارة المباشرة، يتم استقبال عدة إشارات وانعكاسات صغيرة من نفس القناة. ويبيّن طيف تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد تغيرات طفيفة في الاتساع مقارنة بالتردد. ويتراوح الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}) عبر عرض نطاق القناة بين 1 و3 dB.
	**قناة رايلي:** لا يدخل في تكوين الإشارة المستقبلة إلا الانعكاسات ومكونات آتية من أجهزة إرسال متعددة من نفس القناة. ويُظهر طيف تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد تشوهات كبيرة. ويزيد الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}) عبر عرض نطاق القناة 3 dB.

ومن الضروري تحديد نوع قناة الاستقبال عند قياس شدة مجال الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض لأن شدة المجال الدنيا المطلوبة تتوقف، وفقاً لمعايير التخطيط، على قناة الاستقبال. وتتطلب قنوات رايلي شدة المجال القصوى في حين تتطلب قنوات غوس شدة المجال الدنيا.

وأظهرت التجربة أن الأغلبية العظمى من حالات الاستقبال العملية ترجح قنوات رايس ورايلي. أما قنوات غوس فهي نادرة جداً.

24.2 اتفاق جنيف لعام 2006 (GE06)

هو الاتفاق الإقليمي ومرفقاته والخطط المرتبطة به كما صاغها المؤتمر الإقليمي للاتصالات الراديوية لعام 2006، المعني بتخطيط خدمة الإذاعة الرقمية للأرض في الإقليم 1 (أجزاء الإقليم 1 الواقعة غرب دائرة الطول 170° شرقاً وشمال دائرة العرض 40° جنوباً، باستثناء أراضي منغوليا) وفي جمهورية إيران الإسلامية، في نطاقي التردد MHz 230-174 وMHz 862-470 (جنيف، 2006) (الاتفاق GE06).

25.2 التداخل الذاتي داخل شبكة وحيدة التردد

في هذا السياق، يمثل التداخل الذاتي داخل شبكة وحيدة التردد تشوه الإشارة المستقبلة الناجم عن امتزاج مكون الإشارة المستقبلة مباشرة مع:

– انعكاسات الإشارة من نفس المرسل؛

– الإشارات الآتية من أجهزة إرسال أخرى تعمل على نفس التردد وتنتمي إلى نفس الشبكة وحيدة التردد،

التي تُستقبل **خارج** فترة الحراسة.

26.2 شبكة وحيدة التردد

تتألف الشبكة وحيدة التردد من جهازين أو أكثر للإرسال تكون متزامنة في الوقت وتنقل نفس المحتوى من البرامج. ويجب أن يضمن تخطيط الشبكة وصول جميع إشارات أجهزة الإرسال المستقبلة المشاركة في الشبكة وحيدة التردد إلى المستقبل خلال فترة الحراسة، وذلك في جميع مواقع الاستقبال داخل منطقة تغطية الشبكة وحيدة التردد. ويتم ذلك عبر انتقاء صيغة النظام ومراعاة مسافة قصوى بين أي جهازي إرسال متجاورين داخل الشبكة وحيدة التردد.

27.2 الانحراف المعياري

الانحراف المعياري مؤشر على التغيّر في سلسلة عيّنات. وهو يساوي متوسط انحراف جميع العيّنات من المتوسط الحسابي ويُحسب كالتالي:

المتوسط الحسابي:
$$\mu = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + ...P_n}{n}$$

الانحراف المعياري:
$$\sigma = \sqrt{\frac{(P_1 - \mu)^2 + (P_2 - \mu)^2 + ...(P_n - \mu)^2}{n-1}}$$

حيث:

$P_n ... P_1$: تشكل قيّم العينات.

28.2 الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp})

أثبتت التجارب أن مستويات الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (انظر الفقرة 27.2) المقيسة بوحدات لوغاريتمية (dB(μV) أو dBm) تقابل القيم σ_{sp} الواردة في الفقرة 23.2 فيما يتعلق بقناة الاستقبال.

29.2 تصحيح الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (C_σ)

تتوقف النسبة موجة حاملة إلى ضوضاء (C/N) التي تشير إليها الوثائق الدولية من قبيل الاتفاق GE06، على قناة الاستقبال: فقنوات رايلي تتطلب قيمة مرتفعة للنسبة (C/N)، بينما تتطلب قنوات رايس قيمة متوسطة وقنوات غوس القيمة الدنيا. وتمثل القيمة النمطية التي تحدد قناة الاستقبال الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية على مجمل عرض النطاق (σ_{sp}) للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض. واستناداً إلى النصوص الدولية، يُفترض هنا أن للانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}) القيم التالية:

الجـــدول 3

الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp})

قناة الاستقبال	σ_{sp}
غوس	$\sigma_{sp} \geq$ dB 1
رايس	dB 1 < σ_{sp} < dB 3
رايلي	$\sigma_{sp} \leq$ dB 3

لكن القيمة الحقيقية للانحراف المعياري للاتساعات الطيفية في نقاط القياس الفعلية تكون في أغلب الأحيان مختلفة عن هذه القيم المتطرفة. وهي تتراوح عادة بين 1 و5 dB. ولمقارنة شدة المجال المقيسة بالنصوص الدولية، من الضروري تحديد قناة الاستقبال والانحراف المعياري للاتساعات الطيفية في كل عملية قياس. وتطرح قيمة تصحيح (C) من كل قيمة مقيسة وفقاً للمعادلة التالية:

$$C_\sigma = \frac{C/N_{Rayleigh} - C/N_{Gauss}}{2} \cdot (\sigma_{sp} - 3)$$

حيث تؤخذ قيمتا النسبة موجة حاملة إلى ضوضاء لقناة رايلي وقناة غوس من النصوص الدولية ذات الصلة، مثل الاتفاق GE06، حسب صيغة النظام المستخدم. وتسمى هذه العملية تصحيح الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}).

وتنشئ المعادلة استكمالاً داخلياً خطياً بين قيم الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}) وما بعدها على الحدود بين قناتي غوس/رايس (1 dB) وقناتي رايس ورايلي (3 dB). ويمكن أن تكون قيمة التصحيح سالبة حسب قناة الاستقبال.

وتُظهر الرسوم البيانية الواردة في الملحق 2 بعض الأمثلة على قيم تصحيح الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية.

30.2 المرسل البديل

هو مرسل يعمل في نفس موقع المرسل الذي يتعين قياسه ولكن على تردد مختلف. ويمكن استخدام المرسل البديل للقياس في حال لم يكن المرسل الأساسي قد جُهز للاستخدام أو إذا كانت إشارته تتعرض لتدخلات قوية من إشارات غير مرغوب بها. وفي حال عدم وجود مرسل بديل، من الممكن استخدام مرسل اختبار يُجهز لإجراء القياسات فقط.

31.2 صيغة النظام

يمكن تكييف عدة معلمات من نظام للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض وفقاً لاحتياجات تخطيط الشبكة. وتُحدد المعلمات المختارة صيغة النظام. وتتمثل المعلمات الأساسية المتغيرة فيما يلي:

- عرض نطاق التردد الراديوي (7 أو 8 MHz مثلاً)
- عدد الموجات الحاملة الفرعية (k2 أو k8)
- تشكيل الموجات الحاملة الفرعية (على سبيل المثال، QPSK، 16–QAM، 64–QAM)
- معدّل الشفرة (1/2، 2/3، 3/4)
- فترة الحراسة (1/4، 1/8 مثلاً).

32.2 شدة المجال المطلوبة

هي شدة المجال الإجمالية المستقبلة من مرسل أو شبكة مطلوبة في أي موقع استقبال. وعند مقارنة قيم شدة المجال المقيسة الخاصة بشبكة وحيدة التردد بقيم شدة المجال اللازمة، يمكن زيادة شدة المجال المطلوبة من خلال كسب الشبكة.

3 طرائق القياس

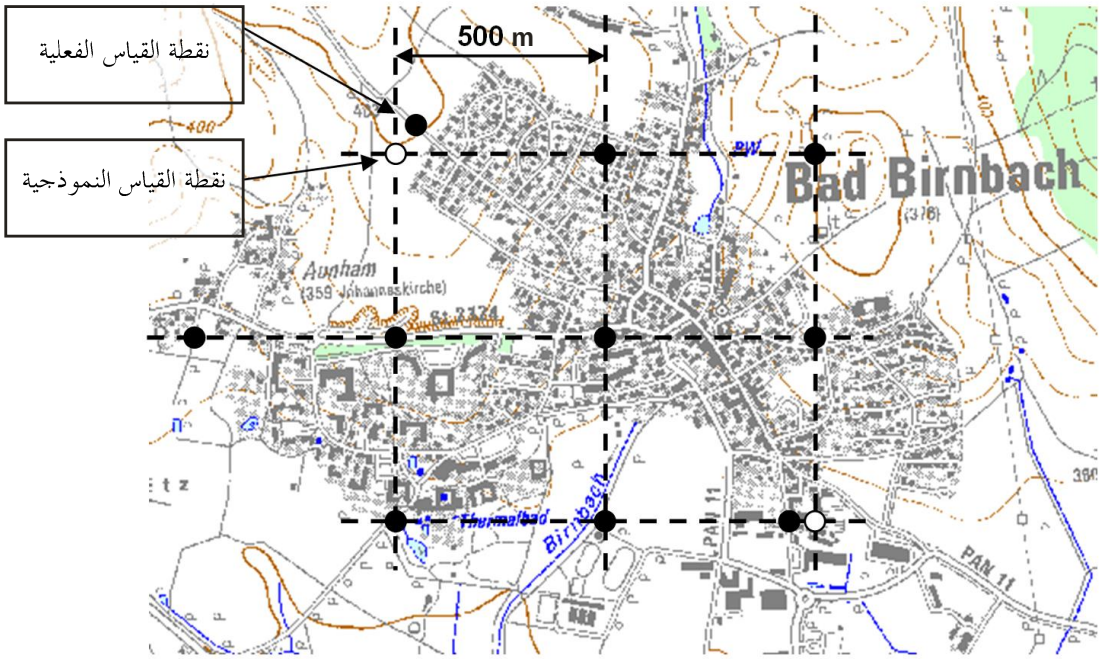
1.3 التحقق من تنبؤ التغطية للاستقبال الثابت

1.1.3 اختيار مواقع القياس

للتحقق بشكل دقيق من منطقة التغطية الفعلية ينبغي عملياً إجراء قياسات في جميع المواقع داخل المنطقة المعنية. وللمحافظة على مستوى مقبول عملياً من عدد القياسات، تقتصر القياسات على عدد معيّن من المواقع فقط. ولتحديد مواقع القياس، توضع شبكة يبلغ طولها 500 m من فوق المدن والقرى القريبة من حدود منطقة التغطية المتنبأ بها.

الشـــكل 4

نقاط القياس (الاستقبال الثابت)



SM.1875-04

لا يمكن الوصول في بعض الأحيان إلى نقطة القياس النموذجية بسبب المباني وعدم وجود طرق وغير ذلك من المشاكل. وفي هذه الحالة، يجب اختيار نقطة القياس الأقرب التي يمكن الوصول إليها، ومن المفضل أن تكون داخل مسافة 50 m تقريباً حول نقطة القياس النموذجية. وينبغي، إن أمكن، ألا تعاق نقاط القياس الفعلية بالمباني التي يتعدى ارتفاعها 10 m وإذا تعذّر تحقيق ذلك (لا سيما في المدن الكبيرة) وإذا تم القياس من أكثر من 30 موقعاً آخر للمنطقة، يمكن استبعاد نقطة القياس هذه. وإلا فيجب اختيار الحل الوسط الأفضل بين المسافة من نقطة القياس النموذجية والاستقبال بدون عوائق. ويمكن أن تكون النتيجة هي عدم تغطية نقطة القياس لكن هذه الحالة تبرز الحقيقة التي سيمر بها المستعمل أيضاً.

2.1.3 أجهزة القياس اللازمة

من أجل تقييم معلمات التخطيط للاستقبال الثابت للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض، تلزم الأجهزة التالية:

الجـــدول 4

الأجهزة اللازمة للتحقق من الاستقبال الثابت للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض

	نوع الأجهزة	الوظائف المطلوبة، الملاحظات
التجهيز العام	مركبة للقياس	برج هوائي دوار يمكن رفعه إلى ارتفاع 10 m فوق نظام أرضي لتحديد الموقع (مثل النظام العالمي لتحديد الموقع)
المستقبل	محلل الطيف	سطح بيني للبيانات متصل بالحواسيب (مثل شبكة محلية وIEEE488.2) إمكانية قياس قدرة القناة مكشاف عينة الوظيفة المفضلة: مكشاف لجذر متوسط التربيع
هوائي	لوغاريتمي دوري أو ياغي	مركّب على برج مركبة القياس يجب أن يتيح كل من الاستقطاب الأفقي والرأسي يجب أن يكون عامل الهوائي معروفاً (معايراً)
مراقبة القياس	برنامج حاسوبي	تخزين بيانات المنحني الآتية من محلل الطيف تخزين نتائج قياس قدرة القناة تخزين البيانات الآتية من نظام تحديد الموقع الوظيفة المفضلة: ضبط المحلل أوتوماتياً وإجراء القياسات

3.1.3 عملية القياس

1.3.1.3 الإشارات المطلوبة

في جميع نقاط القياس، تُقاس شدة مجال جميع مرسلات الشبكة وحيدة التردد التي تساهم في التغطية. ويجرى هذا بواسطة هوائي قياس اتجاهي بارتفاع 10 m فوق الأرض، يوجه نحو الاتجاه الحقيقي للمرسل المطلوب (في الشبكات وحيدة التردد لكل مرسل مطلوب بشكل منفصل). ويجب أن يكون استقطاب هوائي القياس هو نفسه المستعمل في المرسل. وفي الشبكات وحيدة التردد ذات الاستقطاب المختلط، يجب قياس شدة المجال المطلوبة بالنسبة إلى الاستقطابين الأفقي والرأسي على نحو منفصل. وتُستعمل النتيجة الأكبر.

ويقاس بالتالي الحد الأقصى لشدة المجال المطلوبة من خلال تدوير الهوائي الاتجاهي حوالي 360°. ولا بد من تسجيل الاتجاه الحقيقي نحو المرسل المطلوب الذي يوفر شدة المجال المطلوبة الأعلى والاتجاه المقيس لشدة المجال المطلوبة القصوى.

2.3.1.3 الإشارات غير المطلوبة

إذا كان هناك تداخل كبير من مرسلات غير مطلوبة في نفس القناة أو في القناة المجاورة، تقاس أيضاً شدة مجال التداخل باستعمال الخطوة نفسها الوارد وصفها أعلاه. وإذا تعذّر الفصل بأي شكل من الأشكال بين إشارات المرسلات المطلوبة وغير المطلوبة أو إذا كانت الإشارة الآتية من المرسل المطلوب جد قوية، قد يتعين إبطاله خلال القياس أو استعمال مرسل بديل.

وإذا استُقبلت إشارات تداخل كبيرة من أكثر من مرسل، يجب قياس مستوى التداخل بالنسبة إلى كل حد أقصى بشكل منفصل باستخدام اتجاهية هوائي القياس. ويجب تقييم النتائج فيما يخص كل توليفة من الإشارات المطلوبة وغير المطلوبة على نحو منفصل. وعندما تتجاوز جميع التوليفات عملية التقييم، عندها فقط تكون النقطة مغطاة.

وإذا كان مستقبل قياس للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض متاحاً، يمكن للبيانات المسجلة عليه والخاصة بمعرف هوية الخلية تعريف المرسل المستقبل، شريطة ألا يكون مرسلاً من الشبكة وحيدة التردد نفسها.

ويُفضل أن يُجرى القياس نفسه باستعمال محلل طيف مع ضبطه كالتالي:

- أسلوب القياس: قدرة القناة
- عرض نطاق القناة: 7 MHz أو 8 MHz
- عرض نطاق الاستبانة (RBW): 30 kHz أو أوتوماتي (لا يتعدى 100 kHz)
- المكشاف: جذر متوسط التربيع، أو عينة
- أسلوب المنحني: ClearWrite
- وقت الكنس: 0,5 ... 1 s.
- الوحدة: dB(μV) أو dBm.

وخلال وقت قياس لا يقل عن دقيقة واحدة، يجب أخذ 60 قياساً (عينة) ويُخزن متوسطها باعتباره النتيجة. وتقلل هذه الخطوة إلى أدنى حد تأثير التداخل الناجمة عن التوافق الكهرمغنطيسي.

ولأن القيم الدنيا لشدة المجال المتعلقة بالإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض الواردة في الاتفاق GE06 مختلفة بالنسبة لقنوات غوس ورايس ورايلي، يجب تحديد قناة الاستقبال في كل موقع للقياس. ويُجرى هذا من خلال تسجيل منحني واحد لطيف الإشارة مع عرض نطاق صغير للاستبانة ومن خلال حساب الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية (σ_{sp}) للكثافات الطيفية الناتجة.

ويُجرى هذا القياس بالأوضاع التالية لمحلل الطيف:

- المدى: 6,5 MHz (قنوات 7 MHz) أو 7,6 MHz (قنوات 8 MHz)
- RBW: 30 kHz
- المكشاف: جذر متوسط التربيع (مفضلة) أو عينة (إذا لم تكن قيمة جذر متوسط التربيع متاحة)
- أسلوب المنحني: ClearWrite (إذا كان مكشاف جذر متوسط التربيع مستعملاً)، والمتوسط عبر 200 عملية كنس (إذا كان مكشاف عينة مستعملاً)
- وقت الكنس: 2 s (إذا كان مكشاف جذر متسوط التربيع مستعملاً)، و10 m (إذا كان مكشاف عينة مستعملاً).
- الوحدة: dB(μV) أو dBm.

ولا بد من وقت كنس بطيء (أو وقت طويل لحساب المتوسط) لضمان عدم تأثر المستويات الطيفية الناتجة بتشكيل الإشارة.

ويجب تحديد قناة الاستقبال على نحو منفصل لكل قياس لشدة المجال.

وحسب شدة المجال المطلوبة المقيسة وقناة الاستقبال، تختلف المسافة إلى نقطة القياس التالية وفقاً للجدول 5.

الجـــدول 5

المسافة بين نقاط القياس المتجاورة

قناة الاستقبال	شدة المجال المطلوبة المقيسة ***e*** **(dB)**	المسافة إلى نقطة القياس التالية **(m)**
غوس أو رايس	$e \geq E_{med} + 10$	1 000
غوس أو رايس	$e < E_{med} + 10$	500 (معيارية)
رايلي	(أية واحدة)	250

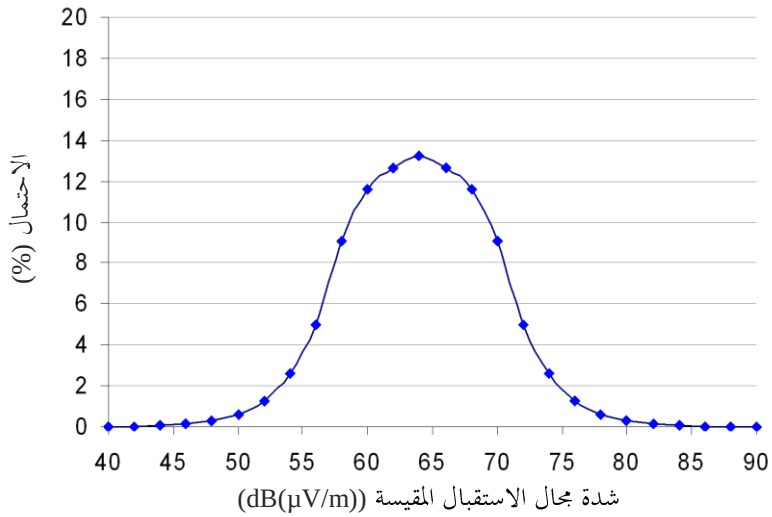
4.1.3 تقييم النتائج

1.4.1.3 التحقق من التوزيع المتجانس لشدة المجال

للتحقق من أن شدة المجال داخل منطقة القياس متجانسة وأنه تم أخذ عينات كافية للقياس، حسب قنوات الاستقبال، من المفيد وضع رسم بياني للتوزيع الإحصائي لقيم شدة المجال المقيسة مثلما يوضح ذلك الشكل 5. ويبين الرسم البياني النسبة المئوية لعينات القياس التي لديها قيمة معينة لشدة المجال (على المحور y) مقابل هذه القيمة (على المحور x).

الشـــكل 5

توزيع قيم شدة مجال الاستقبال (الاستقبال الثابت)



SM.1875-05

وفي المثال المبين أعلاه، تبلغ قيمة 13% من جميع قيم شدة مجال الاستقبال المقيسة 64 dB(µV/m). ويظهر المنحنى ضيقاً نسبياً وغوسياً وهنا، يمكن افتراض أن المجال متجانس نسبياً داخل منطقة القياس. وإذا كان المنحنى مسطحاً وواسعاً أو لا يشبه توزيعاً غوسياً، يضطرب المجال ويُشوش. وفي هذه الحالة، يكون من الضروري إجراء المزيد من القياسات بشبكة طولها 250 m.

وجدير بالذكر أن الشرط المتعلق بتوزيع قيم شدة المجال الوارد في هذه الفقرة لا يمكن استخدامه إلا في المناطق المعنية التي تبعد بالقدر الكافي عن محطة الإرسال والتي يكون شكل حدودها شبه مربع أو دائرة؛ أما في الحالات الأخرى فيجوز عدم التقيد بهذا الشرط.

2.4.1.3 التصحيح لقناة الاستقبال

مثلما ذُكر في الفقرة 24.2، فإن الاتفاقات الدولية مثل الاتفاق GE06 تبين قيماً مختلفة للنسبة موجة حاملة إلى ضوضاء و/أو قيم دنيا لشدة المجال المطلوبة تعتمد على قناة الاستقبال. ويُضفَى على قنوات الاستقبال هذه طابع مثالي بافتراض، على سبيل المثال، أن قناة رايلي تتسم بانحراف معياري (σ_{sp}) قيمته 3 dB. وتُستقبل عادة إشارات قنوات استقبال مختلفة. ومن أجل مزج قيم شدة مجال هذه الإشارات على نحو صحيح، يُضاف تصحيح (C_σ) إلى جميع قيم القياس وفقاً للفقرة 29.2 والملحق 2 (تصحيح σ_{sp}). وبذلك تُعاير جميع قيم شدة المجال المقيسة إزاء انحراف σ_{sp} قيمته 3 dB. وتُقارن النتيجة بعد ذلك فحسب مع النسبة موجة حاملة إلى ضوضاء و/أو القيم المتوسطة الدنيا لشدة المجال لقنوات رايلي الواردة في الاتفاقات الدولية.

3.4.1.3 التصحيح للاحتمال الزمني لإشارات التداخل

إذا استقبل تداخل كبير، تعتبر قيم القياس لشدة مجال التداخل المحددة في وقت عشوائي بأنها ذات احتمال زمني مقداره 50%. ولضمان ألا تكون قيمة شدة مجال التداخل أعلى بكثير من القيمة المقيسة بسبب ظروف الانتشار المتغيرة، يجب تصحيح قيم القياس ليكون احتمالها الزمني 99% ويمكن تحديد قيمة التصحيح اللازمة باستعمال التوصية ITU-R P.1546.

4.4.1.3 تقرير ما إذا كانت نقطة القياس مغطاة

يجب تقييم نتيجة القياس المتعلقة بالانحراف σ_{sp} المصححة بالنسبة لكل موقع قياس تقييماً منفصلاً. وتكون الحالات التالية ممكنة ويجب التمييز بينها:

أ) يأتي الحد الأقصى لشدة المجال المطلوبة من اتجاه المرسل المطلوب ويأتي الحد الأقصى من البث غير المطلوب من اتجاه المرسل المسبب للتداخل.

ب) يأتي الحد الأقصى لشدة المجال المطلوبة من اتجاه المرسل المطلوب ويأتي الحد الأقصى من البث غير المطلوب من انعكاس للمرسل المسبب للتداخل.

ج) يأتي الحد الأقصى لشدة المجال المطلوبة من انعكاس للمرسل المطلوب ويأتي الحد الأقصى من البث غير المطلوب من اتجاه المرسل المسبب للتداخل.

د) يأتي الحد الأقصى لشدة المجال المطلوبة من انعكاس للمرسل المطلوب ويأتي الحد الأقصى من البث غير المطلوب من انعكاس للمرسل المسبب للتداخل.

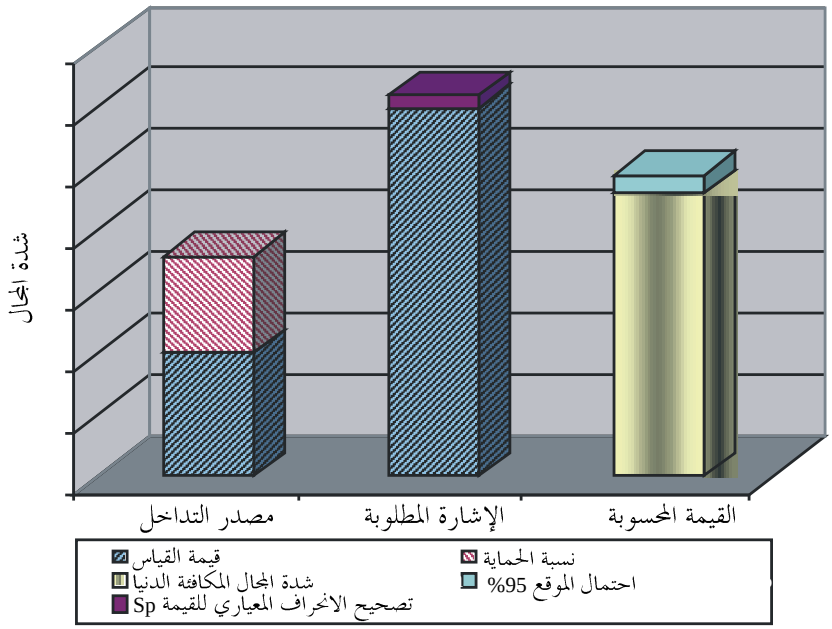
ولتحديد ما إذا كان من الممكن استقبال الخدمة بنجاح وبمستوى كاف من الثقة، يجب مقارنة المكونات الثلاثة التالية:

- مجموع شدة مجال التداخل المقيسة ونسبة الحماية اللازمة بالنسبة للخدمة.
- شدة المجال المطلوبة المقيسة بما فيها تصحيح الانحراف σ_{sp}.
- مجموع شدة المجال المطلوبة الدنيا (E_{min}) والتصحيح المتعلق باحتمال الموقع وفقاً للملحق 2 (C_1).

وتبيَّن هذه المكونات كثلاث فدرات في الشكل 6.

الشـــكل 6

تقييم القياس (الاستقبال الثابت)



SM.1875-06

إذا تجاوزت فدرة الإشارة المطلوبة الفدرتين الأخريين، يكون الاستقبال الثابت ممكناً باحتمال يبلغ 95% للحالتين أ) وب) المذكورتين أعلاه. وفي الحالة التي يجب فيها تقييم التغطية فيما يخص الاحتمالات الزمنية الأخرى، يتعين الاستعاضة عن التصحيح من 50% إلى 95% بالقيمة المكافئة للاحتمال المطلوب.

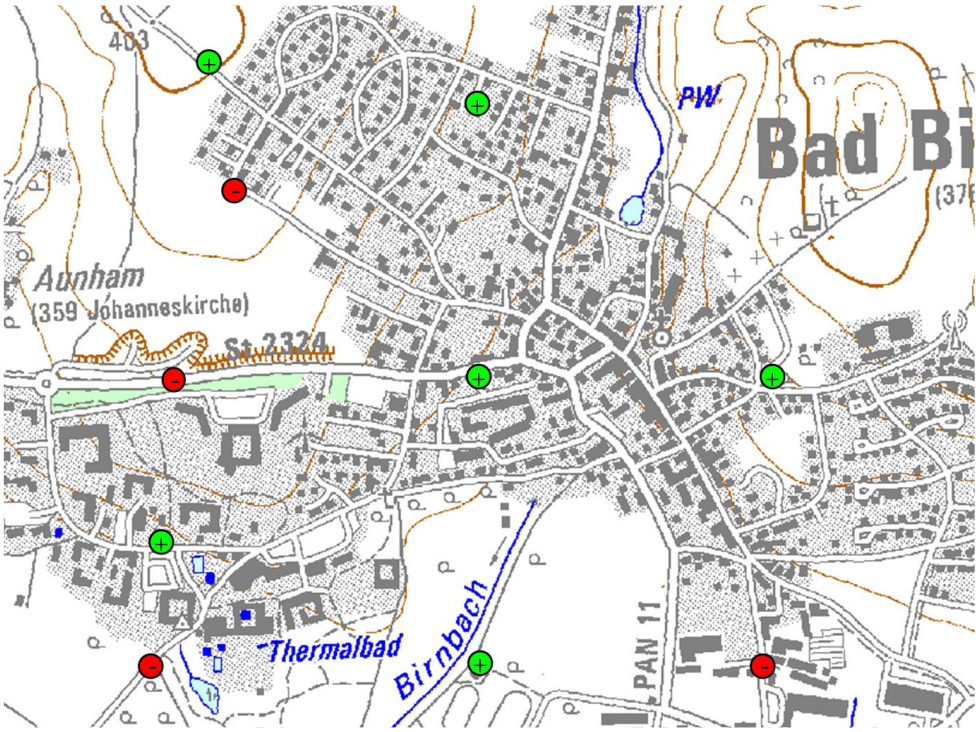
وفيما يخص الحالتين ج) ود)، ما من ضمان بعد على استقبال ناجح في جميع الأوقات. وبالتالي، من الضروري إعادة القياسات في وقت لاحق و/أو في مواقع قياس مختلفة (قليلاً) لرفع مستوى الثقة بالنتيجة، أو لتحديد الاحتمال الزمني طويل الأجل بأن التغطية تشمل نقطة معينة. ويجب تقييم نتائج كل قياس في ذلك الموقع المعين تقييماً منفصلاً. وإذا استعملت نتيجة القياس لضمان استقبال طويل الأجل في جميع الأوقات، يجب اعتبار نقاط القياس بالنسبة إلى الحالتين ج) ود) على أنها غير مغطاة. وقد تسجل في حالات أخرى تغطية هذه المواقع المعينة في بعض الأوقات فقط.

5.1.3 عرض النتائج

من الطرائق الشائعة لعرض النتائج رسمها في خريطة على النحو الموضح في الشكل 7. وهنا تبيَّن مواقع القياس التي يكون الاستقبال فيها ممكناً كنقاط خضراء (لامعة) في حين تبين نقاط القياس التي لا يكون فيها أي استقبال ممكناً باللون الأحمر (الغامق). ويُوضَّح أيضا أنه بين بعض مواقع القياس الأصلية أُدرجت نقاط إضافية تتبع تقريباً شبكة بطول 250 m (انظر الشكل 4 أيضاً).

الشـــكل 7

نتائج القياس (الاستقبال الثابت)



SM.1875-07

وإذا أجري ما يكفي من القياسات، يمكن أيضاً تحديد قيمة احتمال الموقع التي يمكن معها استقبال الخدمة داخل منطقة القياس. ويجرى هذا بوضع رسم بياني للنسبة المئوية لقيم القياس المصححة بالانحراف σ_{sp} والتي تتعدى شدة مجال معينة مقابل قيمة شدة المجال تلك. ويرد مثال على ذلك في الشكل 8.

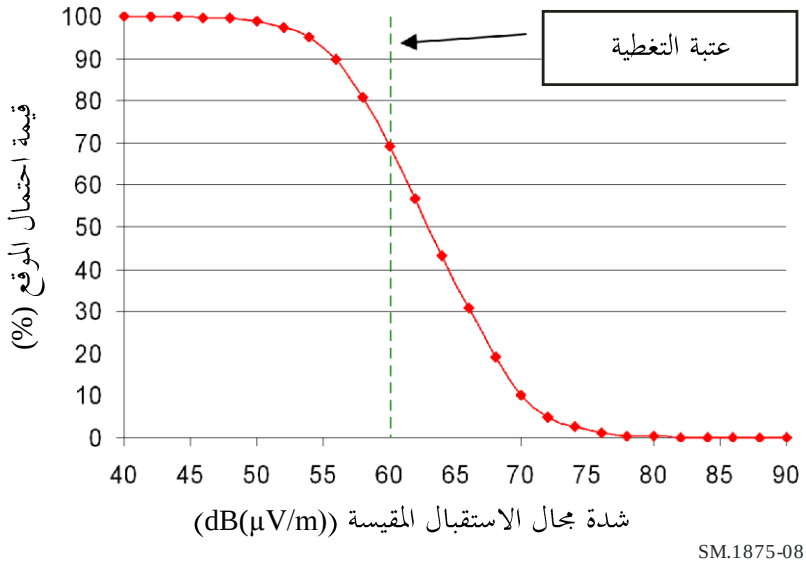
وتكون عتبة التغطية أكبر من:

- مجموع شدات مجال التداخل المقيسة إضافة إلى نسبة الحماية اللازمة للخدمة (تمثلها فدرة "مصدر التداخل" في الشكل 6)؛
- مجموع شدات المجال المطلوبة الدنيا (E_{min}) والتصحيح المتعلق بقيمة احتمال الموقع المطلوبة (C_1) وفقاً للملحق 2 (تمثلها فدرة "القيمة المحسوبة" في الشكل 6).

وفي المثال الوارد في الشكل 8، تبلغ عتبة التغطية 60 dB(μV/m) وهي العتبة التي يتحصل عليها أو يتم تجاوزها بنحو 70% من عينات القياس. وهذا يعني أن الاستقبال سيكون ممكناً في 70% من المواقع داخل منطقة القياس أو، بتعبير آخر، أن منطقة القياس مغطاة باحتمال مقداره 70%.

الشـــكل 8

قيمة احتمال الموقع المقيسة (الاستقبال الثابت)



2.3 التحقق من التنبؤ بالتغطية للاستقبال المحمول

1.2.3 المبدأ الأساسي للقياس

للتحقق بدقة من منطقة التغطية الفعلية، سيتعين إجراء قياسات في جميع المواقع تقريباً داخل المنطقة. ويجب أن يكون عدد القياسات محدوداً لتظل كمية القياسات عملية.

ويتم تحديد الاستقبال المحمول عادة على ارتفاع يبلغ 1,5 m فوق الأرض. ومع هذا الاقتراب الكبير من الأرض، يكون من النادر وجود خط بصر نحو المرسل الذي تطغى عليه الإشارة المباشرة، لا سيما في المناطق الحضرية. وستكون معظم قنوات الاستقبال من نوع رايلي. ومن الضروري بالتالي القيام بقياسات متنقلة لجمع ما يكفي من عينات القياس من أجل الحصول على نتيجة مناسبة من الناحية الإحصائية.

ومن المهم الإشارة إلى أن هناك شروطاً مختلفة بالنسبة للاستقبال المحمول والمتنقل. وبما أن طريقة القياس الوارد وصفها هنا تركز على قيم شدة المجال فقط، فما زال من الممكن استخلاص استنتاجات بشأن الاستقبال المحمول عندما يكون القياس نفسه متنقلاً في الواقع.

وبالنسبة للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض، تحدد الوثائق المناسبة (مثل الاتفاق GE06) القيم المتوسطة الدنيا لشدة المجال فقط على ارتفاع 10 m فوق الأرض. ومن أجل حساب شدة المجال الضرورية للاستقبال المحمول على ارتفاع 1,5 m، يجب تطبيق عمليات تصحيح عديدة. وتُحسب وفقاً للملحق 2.

مثال:

يحدد الاتفاق GE06 شدة مجال مكافئة دنيا (E_{min}) تبلغ 47,3 dB(µV/m) بالنسبة إلى الاستقبال المحمول خارج المباني مع انحراف معياري لتوزيع الاتساعات الطيفية بما يبلغ (σ_{sp}) = 3 على القناة التلفزيونية 24. وتكون هذه القيمة خالية من جميع الهوامش وتمثل أدنى شدة مجال من أجل استقبال ناجح. ولحساب شدة المجال الضرورية من أجل الاستقبال المحمول داخل المباني، يجب إضافة عمليات تصحيح تتعلق بالخسارة الناجمة عن اختراق المباني والقيم المختلفة لاحتمال الموقع داخل المباني. وعلى سبيل

المثال، يجب إضافة dB 10,9 بالنسبة للاستقبال المحمول داخل المباني عند قيمة احتمال للموقع تبلغ 70% (انظر الملحق 2)، لكي تكون القيمة المتوسطة الدنيا لشدة المجال dB(μV/m) 58,2.

ويجري القياس عند قيادة مركبة على طول أغلب الطرق الواقعة داخل منطقة القياس التي تمثل قرية أو مدينة في الحافة الخارجية (أو الحد الخارجي) لمنطقة التغطية المتنبأ بها. ويمكن مقارنة النتائج مباشرة مع القيمة المتوسطة الدنيا المحسوبة لشدة المجال بالنسبة إلى الاستقبال المحمول.

2.2.3 أجهزة القياس اللازمة

من أجل تقييم معلمات التخطيط للاستقبال المحمول للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض، يتعين وجود الأجهزة التالية:

الجـــدول 6

الأجهزة اللازمة للتحقق من الاستقبال المحمول للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض

	نوع الأجهزة	الوظائف المطلوبة، الملاحظات
التجهيز العام	مركبة للقياس	يمكن وضع هوائيات متعددة على السقف بارتفاع 1,5 m فوق نظام أرضي لتحديد الموقع (مثل النظام العالمي لتحديد الموقع)
مستقبل (معياري)	محلل الطيف	سطح بيني للبيانات متصل بالحواسيب (مثل شبكة محلية والمعيار IEEE488.2) أسلوب قياس قدرة القناة مكشاف عينة الوظيفة المفضلة: مكشاف لجذر متوسط التربيع
مستقبل (اختياري)[1]	مستقبل/محلل عريض النطاق يقوم بتحويل فورييه السريع (FFT)	عرض نطاق الالتقاط الأدنى: 10 MHz سطح بيني للبيانات متصل بالحواسيب (مثل شبكة محلية والمعيار IEEE488.2) أسلوب قياس قدرة القناة
الهوائي	هوائيان شاملا الاتجاهات[2]	مركّبان على قمة سقف مركبة القياس يكون أحدهما بالاستقطاب الأفقي والآخر بالاستقطاب الرأسي يجب أن يكون عامل الهوائي معروفاً (معايراً)
مبدل للهوائي[2]	مبدل راديوي يتم التحكم فيه بالحاسوب	سرعة التبديل: ≤ 40/s
مراقبة القياس	برنامج حاسوبي	الضبط الأوتوماتي لمحلل الطيف ووضع مبدل الهوائي وإجراء القياسات وعرض النتائج الحية على الشاشة تخزين بيانات المنحني المستخرجة من محلل الطيف تخزين نتائج قياس قدرة القنوات تخزين البيانات المستخرجة من نظام تحديد الموقع العرض الحي للانحراف المعياري الفعلي σ للسويات الطيفية على خريطة رقمية

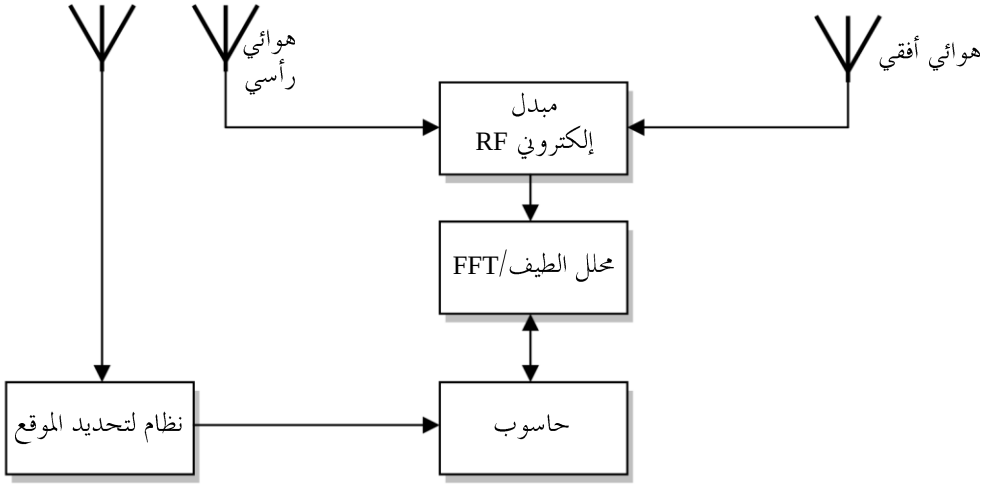
(1) يلتقط مستقبل/محلل FFT عريض النطاق عرض نطاق الإشارة بكامله مرة واحدة مما يسمح بإجراء قياسات أسرع تعطي نتائج أدق، لا سيما بشأن تحديد قناة الاستقبال (انظر الفقرة 3.2.3).

(2) فيما يخص القياسات في شبكات ذات مرسل واحد (MFN) فقط (شبكة متعددة الترددات) أو الشبكات وحيدة التردد التي تستعمل استقطاباً واحداً، يلزم فقط هوائي واحد شامل الاتجاهات ولا يلزم أي مبدل للهوائي.

ويبين الشكل 9 التجهيز اللازم للقياسات داخل الشبكات وحيدة التردد بالاستقطابين معاً.

الشـــكل 9

التجهيز الخاص بالقياس (الاستقبال المحمول داخل الشبكات وحيدة التردد)



SM.1875-09

3.2.3 عملية القياس

تجري جميع القياسات عند القيادة على طول الطرق الرئيسية الواقعة داخل منطقة القياس التي تكون إما مدينة أو قرية على حدود منطقة التغطية المتنبأ بها.

ويجري القياس مرة في كل ثانية (وهو تقريباً الوقت الذي يعطى فيه أحد أنظمة تحديد الموقع GPS إحداثي جديد/مختلف). وبالتالي، ففي فترة زمنية قدرها 500 ms، تؤخذ 10 عينات لسوية الإشارة المستقبلة، وتحول إلى قيم لشدة المجال باستعمال عامل الهوائي لهوائي القياس وتُخزن القيمة المتوسطة للعينات العشر مع الإحداثي الجغرافي.

ويتعين استعمال قيم الضبط التالية لمحلل الطيف من أجل القياس:

- أسلوب القياس: قدرة القناة
- عرض نطاق القناة: 7 MHz أو 8 MHz
- RBW: 30 kHz أو "أوتوماتي" (لا يتعدى 100 kHz)
- المكشاف: قيمة جذر متوسط التربيع (إن توفرت) أو عينة
- أسلوب المنحني: ClearWrite
- وقت الكنس: 20…25 ms.

وإذا استعمل مستقبل أو محلل عريض النطاق يقوم بتحول فورييه السريع، تطبق القيم التالية:

- عرض نطاق الالتقاط: أكبر من أو يساوي 7 MHz أو أكبر من أو يساوي 8 MHz (عرض نطاق القناة)
- وقت الحيازة: 1 ms
- أسلوب القياس: قدرة القناة.

وعند إجراء قياسات متنقلة بالخصوص في المناطق الحضرية وعلى ارتفاع 1,5 m فقط فوق الأرض، ستكون قناة الاستقبال في غالب الأحيان من نوع رايلي وذات تغايرات سريعة وكبيرة لظروف الاستقبال. وبالرغم من أن التسجيل المتنقل المستمر سيوفر قيم قياس عديدة، فقد لا يكون عدد العينات كافياً لاستخلاص استنتاجات عن حالة التغطية بمستوى معقول من الثقة. وللحصول على معلومات متعلقة بتوزيع شدة المجال في منطقة القياس، من الضروري تحديد قناة الاستقبال. ويتعين القيام بهذا في كل دورة للقياس، أي مرة في كل ثانية، مباشرة بعد قياس شدة المجال.

وتُحدد قناة الاستقبال بتسجيل متوسط الطيف خلال فترة لا تقل عن 200 ms من أجل تسوية تأثيرات تشكيل الإذاعة الفيديوية الرقمية.

وإذا أجري هذا القياس بمحلل طيف كنسي، يتعين استعمال قيم الضبط التالية:

- المدى: 6,5 MHz (قنوات 7 MHz) أو 7,6 MHz (قنوات 8 MHz)
- RBW: ≥ 30 kHz
- المكشاف: قيمة جذر متوسط التربيع (مفضلة) أو عينة (إذا لم تكن قيمة جذر متوسط التربيع متاحة)
- أسلوب المنحني: ClearWrite (عن استعمال مكشاف قيمة جذر متوسط التربيع)، والمتوسط على مدى 20 عملية كنس (عند استعمال مكشاف عينة)
- وقت الكنس: 200 ms (عند استعمال مكشاف قيمة جذر متوسط التربيع)، و10 ms (عند استعمال مكشاف عينة).
- الوحدة: dB(μV) أو dBm.

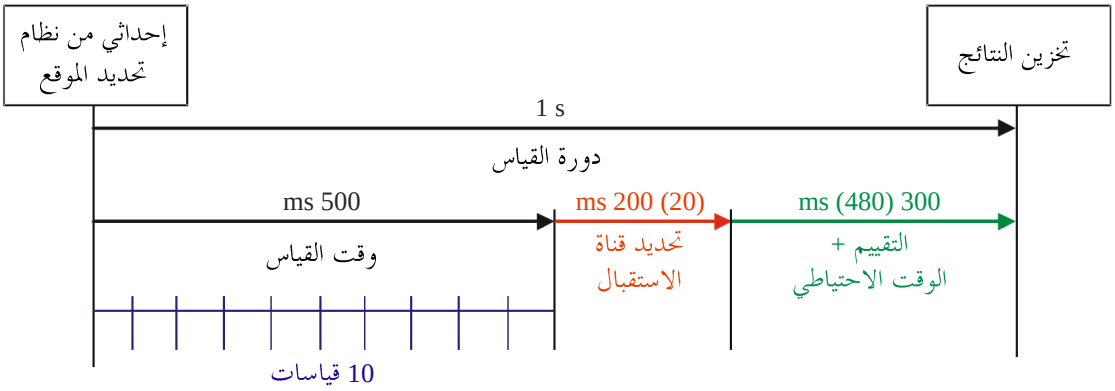
وخلال القياسات المتنقلة بالخصوص والمتسمة بظروف استقبال متغيرة بسرعة، من المهم تحديد قناة الاستقبال بأقرب ما يمكن من قياس شدة المجال. وبإمكان مستقبل/محلل عريض النطاق يقوم بتحويل فورييه السريع أن يسجل الطيف الكامل للإذاعة الفيديوية الرقمية مرة واحدة مما يتطلب وقت قياس أقل بكثير ولهذا يوصى به. ويتعين استعمال قيم الضبط التالية:

- عرض نطاق الالتقاط: أكبر من أو يساوي 7 MHz أو أكبر من أو يساوي 8 MHz (عرض نطاق القناة)
- المدى المستعمل: 6,5 MHz (قنوات 7 MHz) أو 7,6 MHz (قنوات 8 MHz)
- RBW: أكبر من أو يساوي 30 kHz
- وقت الحيازة: 20 ms.

وفيما يخص كل طيف من الأطياف الملتقطة، يُحسب ويُخزَّن الانحراف المعياري للاتساعات الطيفية σ_{sp} إلى جانب مستوى قدرة القناة والإحداثيات الجغرافية. ويبين الشكل 10 التوقيت الأساسي لدورة واحدة من دورات القياس.

الشـــكل 10

التوقيت الأساسي للمرسلات/الشبكات ذات استقطاب واحد فقط (الاستقبال المحمول)

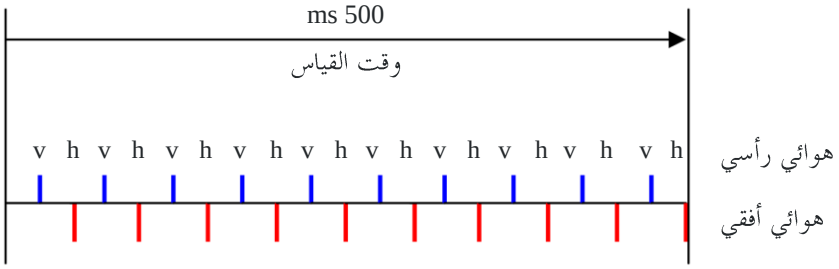


SM.1875-10

وفي الشبكات وحيدة التردد ذات استقطاب مختلط، يجب قياس مستويي الاستقطاب في الوقت نفسه. ويتطلب هذا أخذ 20 عينة للقياس في وقت قياس يبلغ 500 ms. ويُبدَّل الهوائي من الوضع الرأسي إلى الوضع الأفقي بين كل عينة. وهذا ضروري للحصول على القيم المتوسطة لشدة المجال فيما يخص الاستقطابين معاً اللذين يتعلقان بالموقع نفسه. ويبين الشكل 11 التوقيت اللازم (فقط من أجل قياس شدة المجال).

الشـــكل 11

توقيت القياس بالنسبة للشبكات وحيدة التردد ذات استقطاب مختلط (الاستقبال المحمول)



SM.1875-11

وفي الشبكات وحيدة التردد ذات استقطاب مختلط، يجب أيضاً قياس قنوات الاستقبال في المستويين معاً بشكل منفصل. ويترك هذا وقت احتياطي ووقت للمعالجة يبلغ 100 ms فقط عند استعمال محلل الطيف الكنسي، و460 ms عند استعمال مستقبل/محلل FFT عريض النطاق.

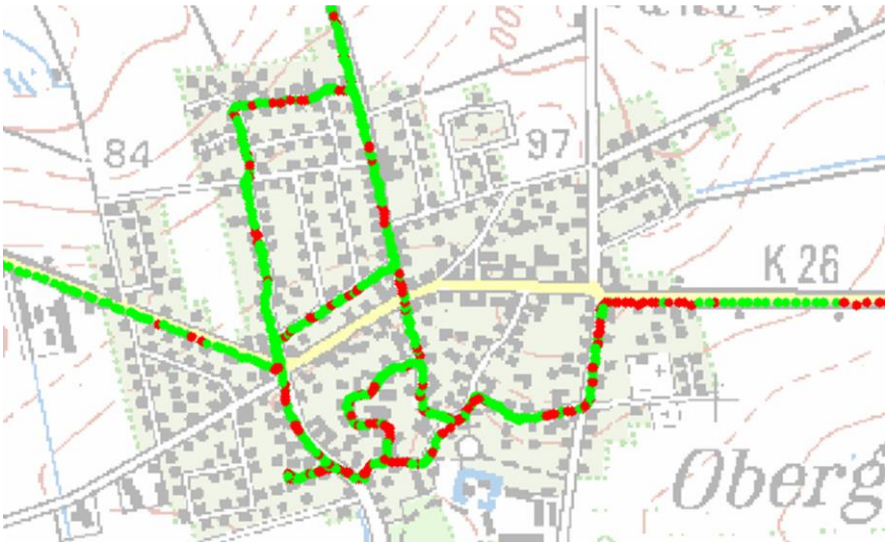
وتُحسب شدة المجال المكافئة من عشر عينات لكل مستوى استقطاب على نحو منفصل. ويُطبق على كل قيمة من القيمتين المتوسطتين تصحيح σ_{sp} انطلاقاً من تحديد قناة الاستقبال. وتُخزن القيمة الأعلى منهما باعتبارها النتيجة.

4.2.3 تقييم النتائج

من الممكن إجراء تقييم حي للقياسات عن طريق عرض قيمة الانحراف σ_{sp} الراهنة على خريطة رقمية خلال عملية القياس: إذا كانت قيمة الانحراف σ_{sp} في منطقة معينة تتجاوز مراراً وتكراراً القيمة 3 dB، فهذا يبين أن قنوات الاستقبال رايلي سائدة. وفي هذه الحالة، لا بد من إجراء المزيد من القياسات، ويمكن إنجاز هذا بالقيادة أكثر في شوارع جانبية على طول الطريق. ويبين الشكل 12 مثالاً على عرض حي من هذا النوع، حيث تشير نقاط خضراء (لامعة) إلى قنوات رايس ونقاط حمراء (غامقة) إلى قنوات رايلي.

الشـــكل 12

عرض حي لقناة الاستقبال خلال عملية القياس



SM.1875-12

ولتحديد ما إذا كان الاستقبال المحمول ممكناً داخل منطقة القياس، من الضروري مقارنة جميع قيم شدة المجال المقيسة مع القيم المتوسطة الدنيا لشدة المجال فيما يخص الاستقبال المحمول، المحسوبة بالاستناد إلى الاتفاقات ذات الصلة (مثل الاتفاق GE06). وينبغي الانتباه إلى تطبيق عمليات التصحيح على نتائج القياس وفقاً لظروف الاستقبال المطلوبة:

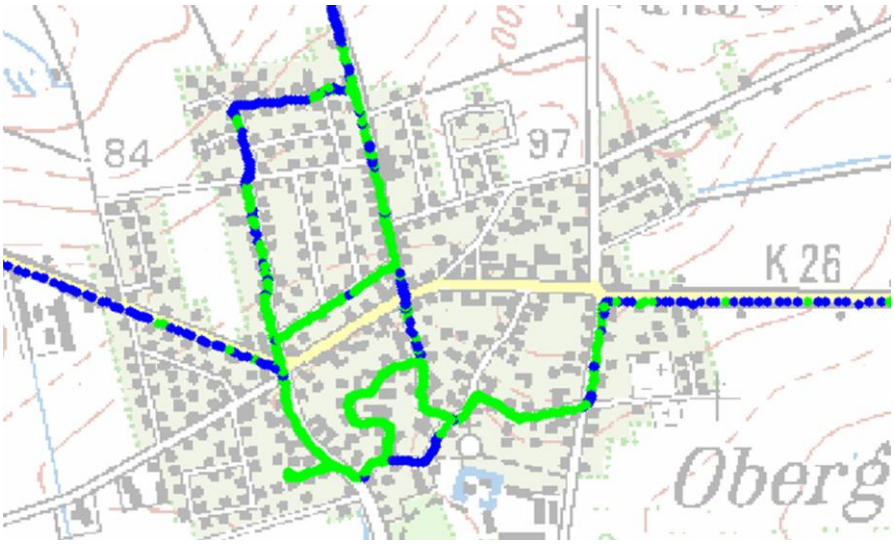
- بالنسبة إلى الاستقبال المحمول خارج المباني، يتعين تطبيق تصحيح σ_{sp} فقط. وليس من الضروري إجراء أية عمليات تصحيح إضافية فيما يخص احتمال الموقع بما أن القياس قد أُجري في ظروف استقبال سليمة مع أخذ ما يكفي من العينات. ويمكن اشتقاق احتمال الموقع مباشرة من نتائج القياس (انظر الفقرة 5.2.3).
- بالنسبة إلى الاستقبال المحمول داخل المباني، يتعين تطبيق عمليات تصحيح إضافية تتعلق بالخسارة من جراء اختراق المباني وقيم احتمال المواقع المختلفة وفقاً للملحق 2.
- ولا يمكن بتاتاً حساب الاستقبال الثابت انطلاقاً من هذه القياسات المتعلقة بالتغطية المتنقلة. ويجب بدلاً من ذلك استعمال عملية القياس الوارد وصفها في الفقرة 1.3.

5.2.3 عرض النتائج

إن الوسيلة المباشرة لعرض حالة التغطية هي رسم نتيجة المقارنة الوارد وصفها أعلاه على خريطة بألوان مختلفة: نقطة خضراء (لامعة) تبين القيم المقيسة إلى جانب هوامش إضافية تتعدى القيمة المتوسطة الدنيا لشدة المجال (الاستقبال ممكن) بالنسبة إلى حالة الاستقبال المحمول خارج المباني، ونقاط زرقاء (غامقة) تبين النقاط التي يكون فيها الاستقبال المحمول داخل المباني ممكناً.

الشـــكل 13

نتائج القياس (الاستقبال المحمول)



SM.1875-13

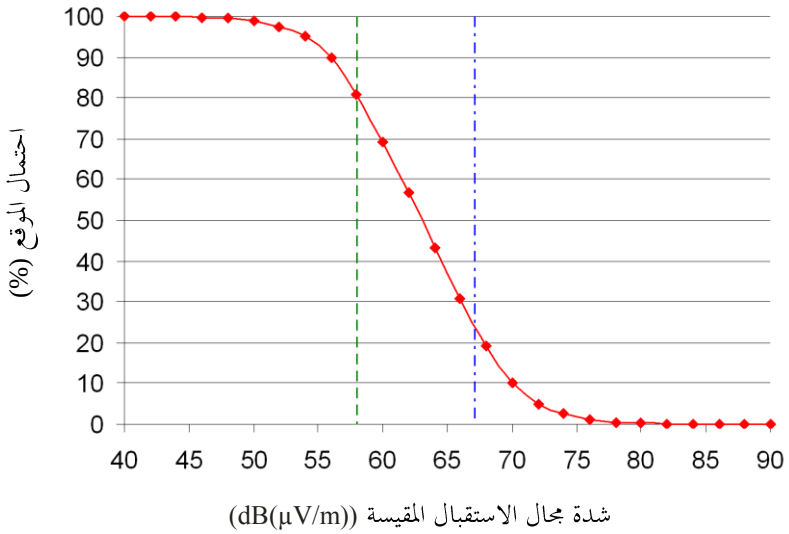
إذا تعذّر توفير عرض حي لقناة الاستقبال خلال عمليات القياس، فإنه يظل بالإمكان لاحقاً تحديد ما إذا كان توزيع شدة المجال متجانساً داخل منطقة القياس. ويُجرى هذا عن طريق رسم لتوزيع نتائج قياس مع التصحيح σ_{sp} مثلما يرد في الشكل 5. وإذا كان المنحنى غوسياً وضيقاً نسبياً، مثلما يرد في المثال، يكون توزيع شدة المجال متجانساً بما يكفي. وإن لم يكن كذلك، فلابد من توفير عدد أكبر من قيم القياس، عن طريق القيادة على طول المزيد من الطرق المختلفة الواقعة داخل منطقة القياس.

وعيب الطريقة الوارد وصفها هنا هو أنه لا يمكن استخلاص هذا الاستنتاج إلا خارج الخط، وقد يتطلب إعادة القياس. بيد أن عرضاً حياً لقناة الاستقبال يبين مسبقاً هذه النتيجة خلال القياس عندما يكون رد الفعل المباشر ممكناً.

وانطلاقاً من نتائج قياس σ_{sp} المصحَّحة يمكن استخلاص استنتاج بشأن احتمال الاستقبال المحمول داخل منطقة القياس. ويتم هذا من خلال وضع رسم بياني لقيم قياس σ_{sp} المصحَّحة التي تتعدى شدة مجال معينة مقابل قيمة شدة المجال تلك. ويبين الشكل 14 مثالاً على ذلك.

الشـــكل 14

قيم احتمال الموقع المقيسة (الاستقبال المحمول)



SM.1875-14

وفي هذا المثال، تبلغ القيمة المتوسطة الدنيا المقيسة لشدة المجال 58 dB(µV/m) (الخط المتقطع الأخضر) فيما يخص الاستقبال المحمول خارج المباني و67 dB(µV/m) (الخط المنقَّط الأزرق) فيما يخص الاستقبال المحمول داخل المباني. ويبين القياس أن الاستقبال المحمول خارج المباني ممكن فيما لا يقل عن 80% من منطقة القياس وأن الاستقبال المحمول داخل المباني ممكن فيما لا يقل عن 25% من منطقة القياس.

3.3 التحقق من التنبؤ بالتغطية للاستقبال المتنقل

للتحقق من التغطية المتنقلة، يتعين القيام بقياسات شدة المجال على طول طريق ما مثلما تصف ذلك الفقرة 2.3. والفارق الوحيد هو أنه يجب أخذ القيم المطلوبة الدنيا لشدة المجال وفقاً للاتفاقات الدولية فيما يخص الاستقبال المتنقل.

لكن يمكن أن يسفر هذا عن تقييم غير دقيق للتغطية المتنقلة الفعلية. وإحدى المشاكل الكبيرة التي تعرفها بالأساس أنظمة 8k-DVB-T هي أن أي مستقبل تجاري للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض (DVB-T) ينزع إلى فقدان التزامن بمجرد أن تصبح الإشارة المستَقبلة جد ضعيفة أو مشوهة إلى حد كبير حتى ولئن كان ذلك لمدة قصيرة. وقد يكون الوقت الضروري لاستعادة التزامن أطول بكثير من مدة غياب شدة المجال. وسيؤدي هذا التأثير إلى منطقة تغطية مقيسة أوسع من المنطقة التي سيكون الاستقبال ممكناً فيها، إذا قيست شدة المجال فقط حسب الطريقة المتعلقة بالاستقبال المحمول. ومن أجل التغلب على مشكلة فقدان التزامن، تقوم عادة مستقبلات DVB-T المصممة من أجل الاستقبال المتنقل بنشر مجموعة متنوعة من الهوائيات.

ومن أجل تقييم التغطية المتنقلة للإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض تقييماً صحيحاً، يتعين القيام بقياسات إضافية لجودة الاستقبال بواسطة مجموعة متنوعة من مستقبلات قياس DVB-T. وما تزال عملية القياس المفصلة قيد التطوير.

الملحـــق 2

1 تصحيح قناة الاستقبال (تصحيح σ_{sp})

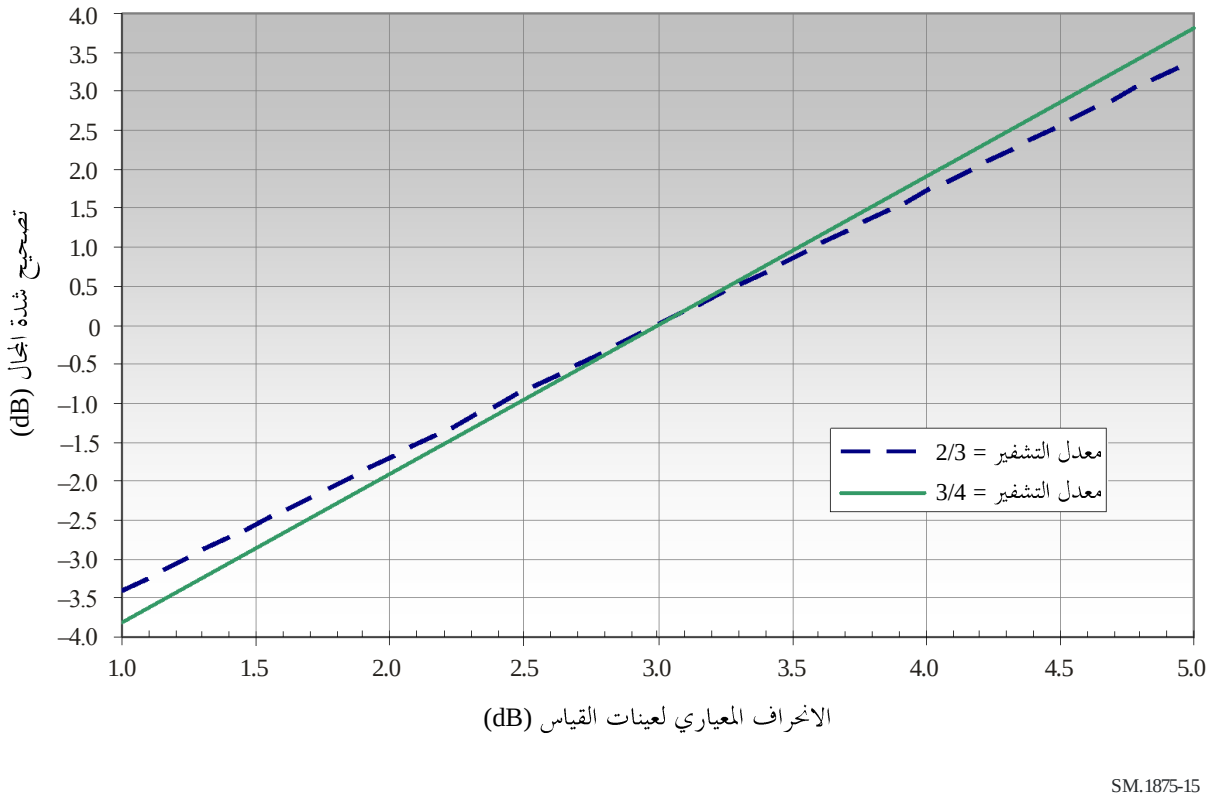
تفترض الجداول التي تتضمن القيم الدنيا للنسبة إشارة إلى ضوضاء (*C/N*) الواردة في الاتفاق GE06، أن لدى قنوات الاستقبال رايس انحرافاً معيارياً σ_{sp} للاتساعات الطيفية يبلغ 1 dB أو أن لقنوات رايلي انحرافاً معيارياً يبلغ 3 dB. بيد أن نتائج القياس الفعلي ستكون ذات انحرافات معيارية مختلفة عن 1 أو 3 dB. وفي هذه الحالات، يجب طرح قيمة تصحيح من متوسط قيم شدة المجال المقيسة قبل مقارنتها مع الجداول ذات الصلة في الاتفاق GE06 حسب المعادلة التالية:

$$C_\sigma = \frac{C/N_{Rayleigh} - C/N_{Gauss}}{2} * (\sigma_{sp} - 3)$$

ويتضمن الشكل 15 أمثلة على التصحيح الناتج بالنسبة لأنظمة 8k-DVB-T ذات معدل تشفير يبلغ 2/3 و3/4.

الشـــكل 15

عمليات التصحيح بسبب قنوات الاستقبال غير المعيارية



2 تصحيح احتمال الموقع

يفترض حساب التصحيح فيما يخص قيم احتمال الموقع C_l المختلفة عن 50% توزيعاً لوغاريتمياً عادياً لعينات إشارة الاستقبال.

$$C_l = \mu * \sigma \qquad \text{dB}$$

حيث يكون:

μ = عامل التوزيع

σ = انحراف معياري لعينات القياس.

وفيما يخص الإشارات عريضة النطاق مثل DVB-T، يحدد الاتفاق GE06 الانحراف المعياري داخل المناطق الكبيرة σ_1 بمقدار 5,5 dB. ووفقاً لهذا الافتراض، يمكن حساب تصحيح قيم احتمال مواقع مختلفة حسب القيم الواردة في الجدول 7.

الجـــدول 7

عمليات تصحيح لقيم احتمال مواقع مختلفة

C_l (dB)	μ	قيمة احتمال الموقع المطلوبة (%)
0	0	50
2,9	0,52	70
9	1,64	95
12,8	2,33	99

ومن أجل تقييم التغطية داخل المباني، يجب طرح توهين المباني من قيم القياس الذي يُجرى خارج المباني. بيد أن لتوهين المباني هذا أيضاً، انحرافاً معيارياً σ_2 يجب إضافته إلى الانحراف المعياري للإشارات عريضة النطاق σ_1 على النحو التالي:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

وبالنسبة لتغطية DVB-T داخل المباني، يستعمل المثال الوارد في التوصية ITU-R P.1812-2، الذي يحدد القيم التالية فيما يخص توهين المباني والانحراف σ_2.

الجـــدول 8

الانحراف المعياري وتوهين المباني لتغطية DVB-T داخل المباني

مدى الترددات (MHz)	توهين المباني (dB)	الانحراف σ_2 (dB)
الموجات المترية (VHF)	9	3
الموجات الديسيمترية (UHF)	11	6

ملاحظـــة – تستند القيم إلى التوصية ITU-R P.1812-2.

3 التصحيح الإجمالي للتغطية داخل المباني

إن التصحيح الإجمالي الذي تتعين إضافته إلى قيم شدة المجال المقيسة في مواقع ثابتة معينة عندما يتعين تقييم التغطية داخل المباني هو مجموع تصحيح احتمال الموقع C_l والانحراف المعياري σ_1 لقياسات الإشارات عريضة النطاق وتوهين المباني وانحرافه المعياري σ_2.

الجـــدول 9

التصحيح الإجمالي لتغطية DVB-T داخل المباني عند قياسها في نقاط ثابتة

مدى الترددات (MHz)	قيمة احتمال الموقع المطلوبة (%)	μ	الانحراف σ_1 (dB)	الانحراف σ_2 (dB)	الانحراف σ (dB)	C_l (dB)	توهين المباني (dB)	التصحيح الإجمالي (dB)
الموجات المترية (VHF)	70	0,52	5,5	3	6,3	3,3	9	12,3
	95	1,64				10,3		19,3
	99	2,33				14,7		23,7
الموجات الديسيمترية (UHF)	70	0,52	5,5	6	8,1	4,2	11	15,2
	95	1,64				13,3		24,3
	99	2,33				18,9		29,9

ملاحظـــة – تستند القيم إلى التوصية ITU-R P.1812-2.

وإذا جرى القياس بشكل متنقل، كما يوصى بذلك، لا ينطبق الانحراف المعياري σ_1 بالنسبة إلى الإشارات عريضة النطاق للأسباب التالية:

– أن القياس أُخذ بالفعل في المكان الذي يجب فيه تقييم الاستقبال؛

– توفر طريقة القياس الكثير جداً من العينات بحيث إن القيمة المتوسطة المحسوبة لجميع عينات القياس تمثل بالفعل القيمة المتوسطة الفعلية لشدة المجال داخل منطقة القياس.

ويلخص الجدول 10 التصحيح الإجمالي الذي يتعين تطبيقه على قيم القياس هذه.

الجـــدول 10

التصحيح الإجمالي لتغطية DVB-T داخل المباني عند قياسها المتنقل

مدى الترددات (MHz)	قيمة احتمال الموقع المطلوبة (%)	μ	الانحراف σ (dB)	C_l (dB)	توهين المباني (dB)	التصحيح الإجمالي (dB)
الموجات المترية (VHF)	70	0,52	3	1,6	9	10,6
	95	1,64		4,9		13,9
	99	2,33		7,0		16,0
الموجات الديسيمترية (UHF)	70	0,52	5,5	2,9	8	10,9
	95	1,64		9,0		17,0
	99	2,33		12,8		20,8