

## التوصية ITU-R S.1586

حساب سويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض  
تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي

(المسألة ITU-R 236/4)

(2002)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ ( أن نطاقات تردد متقاربة أو متجاورة قد وزعت، في بعض الأحيان، على خدمة علم الفلك الراديوي وعلى الخدمات الفضائية (فضاء - أرض)؛

ب) وأن خدمة علم الفلك الراديوي تعمل أساساً على استقبال إرسالات، تكون سويات قدرتها أخفض بكثير من السويات التي تستعمل عادة في الخدمات الراديوية الأخرى؛

ج) وأن خدمة علم الفلك الراديوي، بسبب هذه السويات المنخفضة من القدرة المستقبلية، تكون معرضة للتأثر بتداخلات من الإرسالات غير المطلوبة، أكثر من غيرها من الخدمات؛

د) وأن التوصية (Rev.WRC-2000) 66 تتطلب في البند 5 من الفقرة توصي قطاع الاتصالات الراديوية "أن يدرس نطاقات التردد والحالات التي تستدعي فيها أسباب تقنية أو تشغيلية وضع حدود للبحث الهامشي تكون أكثر صرامة من الحدود العامة الواردة في التذييل 3 لحماية خدمات السلامة والخدمات المنفصلة مثل خدمة الفلك الراديوي، ومدى تأثير جميع الخدمات المعنية بتطبيق مثل هذه الحدود أو عدم تطبيقها؛"

هـ) وأن التوصية (Rev.WRC-2000) 66 تتطلب في البند 6 من الفقرة توصي قطاع الاتصالات الراديوية "أن يدرس نطاقات التردد والحالات التي تستدعي فيها أسباب تقنية أو تشغيلية وضع حدود للبحث خارج النطاق لحماية خدمات السلامة والخدمات المنفصلة مثل خدمة الفلك الراديوي، ومدى تأثير جميع الخدمات المعنية بتطبيق مثل هذه الحدود أو عدم تطبيقها؛"

و) وأن العديد من الحواشي الواردة في لوائح الراديو (مثل الأرقام 149.5 و 443B.5 و 511A.5 و 551G.5) تسترعي العناية إلى حماية خدمة علم الفلك الراديوي، وخاصة من التداخلات التي تسببها المرسلات المحمولة على متن مركبة فضائية؛

ز) وأن خصائص أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، ولا سيما طبيعة إرسالاتها المتغيرة مع الزمن، تجعل ألا تكون طريقة تقدير سوية التداخل الذي تسببه مثل هذه السواتل للراصدات (المقارِب) الراديوية، مماثلة لطريقة تقدير هذه السوية التي تسببها السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض،

توصي

- 1 أن تستخدم الإدارات الطريقة المشروحة في الملحق 1 لحساب سويات الإرسال غير المطلوب الذي يولده نظام سواتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية في مواقع علم الفلك الراديوي؛
- 2 أن يستخدم مخطط الهوائي المشروح في الملحق 2 لنمذجة هوائيات علم الفلك الراديوي عند إجراء حسابات التداخل هذه؛
- 3 أن تستخدم الطريقة المشروحة في الملحق 3 لحساب النسبة المئوية من الوقت التي يحصل فيها تجاوز نسبة معينة من كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) (المعرفة بافتراض كسب هوائي الاستقبال مساوياً 0 dBi في اتجاه التداخل، مع مدة تكامل معينة).

الملحق 1

**حساب سويات الإرسال غير المطلوب التي يولدها  
نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية  
في مواقع علم الفلك الراديوي**

أعدت الطريقة المشروحة هنا، والمبنية على مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) المعرف في الرقم 5C.22 من المادة 22 من لوائح الراديو، لكي تستعمل في حساب سويات كثافة تدفق القدرة (pfd) التي يولدها نظام سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تابع للخدمة الثابتة الساتلية، وتعانيها الراصدات الراديوية، مع مراعاة خصائص كلا النظام الساتلي وهوائي الراصدة الراديوية. وقيمة كثافة تدفق القدرة المكافئة تساوي مجموع إسهامات القدرة التي تنتجها جميع إرسالات السواتل، معبراً عنها باعتبارها كثافة تدفق القدرة من مصدر وحيد مكافئ واقع على خط التسديد (ذروة الحزمة الرئيسية) للراصدة الراديوية.

**1 المعلمات المطلوبة**

نظراً إلى الخصائص الخاصة بأنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، فإن من الواضح أن سويات التداخل التي تسببها مثل هذه السواتل وتعانيها راصدة راديوية لا يمكن تقديرها بنفس الطريقة المستعملة من أجل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويلزم استعمال طريقة إحصائية تأخذ بالحسبان الجانب التغيري للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. إن تقدير التداخل الناتج من السواتل والمؤثر في الراصدة الراديوية أثناء مدة التكامل (2 000 ثانية) يجب أن يكون مبنياً على حسابات إحصائية ويجب أن يأخذ بالحسبان المعلمات المصاحبة للسواتل وللراصدة الراديوية.

والمعلمات المطلوبة لنظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض هي:

- عدد السواتل المرئية في السماء من محطة علم الفلك الراديوي؛
- كثافة تدفق القدرة عند الراصدة الراديوية في النطاق المعبر لعلم الفلك الراديوي، المقدر باستخدام القناع dBsd أو dBc؛
- المسافات بين السواتل ومحطة علم الفلك الراديوي؛
- الخصائص المدارية المفصلة للسواتل.

والمعلومات المطلوبة للراصد الراديوية هي:

- موقع الهوائي؛
- مخطط الهوائي وكسب الهوائي؛
- مدى اتجاهات التسديد المستعملة عملياً؛
- اتجاه التسديد وفق خط التسديد؛
- الزوايا بين خط تسديد هوائي محطة الفلك الراديوي واتجاهات السوائل المرسلة؛
- مدة التكامل (2 000 ثانية).

## 2 حساب سويات الكثافة epdf عند مواقع علم الفلك الراديوي

يتغير كسب الاستقبال لراصد راديوية في اتجاه سائل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (يعكس السائل المستقر بالنسبة إلى الأرض) بتغير الزمن، بسبب حركة السائل في مداره بشكل أساسي، ولأن مخطط الفصوص الجانبية للراصد الراديوية يمتاز ببنية زاوية دقيقة. ويمكن أن يكون كسب الراصد في اتجاه سائل معين أحياناً أكبر بكثير من 0 dBi ويكون أحياناً أخرى أقل من هذه القيمة. وفوق ذلك يجب في حالة السوائل المتعددة في نظام سائل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض أن تدرج جميع إسهامات السوائل المختلفة وأن تؤخذ بالحسبان الواجب.

ويمكن إجراء ذلك باستخدام مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة المعرف في الأصل لتقدير ظروف التقاسم الممكنة بين الأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وهذا المفهوم معروض في الفقرة أدناه لحالة محطة فلك راديوي معرضة للتداخل الذي تسببه سائل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض. والتعريف مبني على الرقم 5C.22 من لوائح الراديو كما اعتمد في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 (إسطنبول، 2000) (WRC-2000).

### 1.2 تعريف كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

ليكن هوائي يستقبل قدرة في عرض نطاقه المرجعي قادمة من عدة مرسلات على التآون، وتقع هذه المرسلات على مسافات مختلفة وفي اتجاهات مختلفة، وترسل سويات مختلفة من كثافة تدفق القدرة الواردة. فتكون كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) هي كثافة تدفق القدرة التي لو استقبلت من مرسل وحيد واقع في المجال البعيد للهوائي وفي اتجاه كسبه الأقصى، لأنتجت نفس القدرة المتولدة عند مدخل الهوائي المستقبل والمساوية مجموع القدرات المختلفة المستقبلية فعلاً من مختلف المرسلات.

وتحسب كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الآتية باستخدام العلاقة:

$$(1) \quad epfd = 10 \log_{10} \left[ \sum_{i=1}^{N_a} 10^{10} \cdot \frac{P_i}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_T(\theta_i)}{G_{r,max}} \right]$$

حيث:

- $N_a$ : عدد المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض المرئية من الراصد الراديوية
- $i$ : دليل المحطة الفضائية المعنية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض
- $P_i$ : القدرة الراديوية للإرسال غير المطلوب التي تولدها عند مدخل الهوائي (أو القدرة الراديوية المشعة في حالة هوائي نشيط) المحطة الفضائية المرسلة المعنية في نظام السوائل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وفي عرض النطاق المرجعي (dBw)
- $\theta_i$ : الزاوية الكائنة بين خط التسديد نحو المحطة الفضائية المرسلة المعنية في نظام السوائل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وبين اتجاه الراصد الراديوية

$G_T(\theta_i)$ : كسب هوائي الإرسال (معيّراً عنه بنسبة قدرتين) للمحطة الفضائية المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في اتجاه الراصدة الراديوية

$d_i$ : المسافة (بالأمتار) بين المحطة المرسل المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض وبين الراصدة الراديوية

$\varphi_i$ : الزاوية الكائنة بين اتجاه التسديد للراصدة الراديوية وبين اتجاه المحطة الفضائية المرسل المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

$G_r(\varphi_i)$ : كسب هوائي الاستقبال (معيّراً عنه بنسبة قدرتين) للراصدة الراديوية في اتجاه المحطة الفضائية المرسل المعتبرة في نظام السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (انظر الملحق 2)

$G_{r,max}$ : الكسب الأقصى (معيّراً عنه بنسبة قدرتين) للراصدة الراديوية

$epfd$ : كثافة تدفق القدرة المكافئة الآتية في عرض النطاق المرجعي عند الراصدة الراديوية ( $\text{dB(W/m}^2\text{)}$ ).

ويفترض حساب الكثافة  $epfd$  وفق المعادلة (1) أن كثافة تدفق القدرة الناتجة عن جميع مصادر التداخل موجهة وفق خط التسديد لهوائي الاستقبال، حيث يكون كسب الهوائي أعظم. وعلى كل حال، فإن معيار حماية الفلك الراديوي مبني على كفاف هوائي الفلك الراديوي الذي كسبه 0 dBi. وباستخدام نفس النهج المستخدم في المعادلة (1)، يمكن حساب كثافة تدفق القدرة الناتجة عن جميع مصادر التداخل الموجهة نحو كسب هوائي الاستقبال البالغ 0 dBi، كما يلي:

$$(2) \quad epfd_{G_r = 0 \text{ dBi}} = 10 \log_{10} \left[ \sum_{i=1}^{N_a} 10^{10} \cdot \frac{P_i}{4\pi d_i^2} \cdot G_T(\theta_i) \cdot G_r(\varphi_i) \right]$$

ويمكن للقيم  $epfd_{G_r = 0 \text{ dBi}}$  الناتجة من المعادلة (2)، والمأخوذة متوسطاتها أثناء مدة التكامل البالغة 2 000 ثانية، أن تقارن بسويات كثافة تدفق القدرة (pdf) (المعرفة بافتراض أن كسب هوائي الاستقبال يساوي 0 dBi في اتجاه التداخل أثناء مدة التكامل هذه).

**الملاحظة 1** - يفترض أن كل مرسل واقع في المجال البعيد للراصدة الراديوية (أي على مسافة تزيد على  $2D^2/\lambda$ ، حيث  $D$  هو القطر الحقيقي للراصدة الراديوية و  $\lambda$  هو الطول الموجي المستعمل). ولما كان هذا الشرط لا يُستوفى دوماً في جميع الظروف، فإنه يعتبر مقرباً تقريباً وافياً.

**الملاحظة 2** - في بعض الراصدات، لا ينطبق اتجاه الكسب الأقصى (خط التسديد) دائماً على المحور الهندسي للراصدة الراديوية.

**الملاحظة 3** - في حالة الهوائيات النشيطة، ينبغي اعتبار  $P_i$  أنها القدرة الراديوية المشعة بدلاً من القدرة عند مدخل الهوائي.

**الملاحظة 4** - تؤخذ قيمة كسب الهوائي لمحطة الإرسال،  $G_T(\theta_i)$ ، وهي القيمة الموافقة لتردد الرصد في الراصدة الراديوية. وقد تختلف قيمة هذا الكسب عن قيمة الكسب المصاحب لترددات تشغيل محطة الإرسال.

## الملحق 2

## نموذج مخطط الهوائي للراصدة الراديوية (للمقرب الراديوي)

لا تكون مخططات الهوائي المماثلة للمخطط المشروح في التوصية ITU-R SA.509 مناسبة لاستعمالها في بيئة متغيرة. ففي البيئة المتغيرة، يستعمل النموذج المشروح في التوصية ITU-R S.1428 لهوائيات الخدمة الثابتة الساتلية. ويحتاج تعريف مخططات هوائيات الفلك الراديوي إلى مزيد من الأعمال. وفي غضون ذلك ومع غياب مخططات مقيسة، يمكن اعتبار المخططات الواردة في التوصية ITU-R S.1428 تشكل تقريباً جيداً ينطبق على حالة هوائيات الفلك الراديوي، سواء للحزمة الرئيسية أو للفصوص الجانبية. والمثال الآتي مقتطف من التوصية ITU-R S.1428 لمخطط العاكس الذي قطره أكبر من  $100\lambda$ :

$$\begin{aligned}
 G(\varphi) &= G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 & \text{dBi} & \quad \text{for } 0^\circ \leq \varphi < \varphi_m \\
 G(\varphi) &= G_1 & \text{dBi} & \quad \text{for } \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r \\
 G(\varphi) &= 29 - 25 \log \varphi & \text{dBi} & \quad \text{for } \varphi_r \leq \varphi < 10^\circ \\
 G(\varphi) &= 34 - 30 \log \varphi & \text{dBi} & \quad \text{for } 10^\circ \leq \varphi < 34.1^\circ \\
 G(\varphi) &= -12 & \text{dBi} & \quad \text{for } 34.1^\circ \leq \varphi < 80^\circ \\
 G(\varphi) &= -7 & \text{dBi} & \quad \text{for } 80^\circ \leq \varphi < 120^\circ \\
 G(\varphi) &= -12 & \text{dBi} & \quad \text{for } 120^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ
 \end{aligned}$$

حيث:

$$\begin{aligned}
 G_{max} &= 20 \log \left( \frac{D}{\lambda} \right) + 8.4 & \text{dBi} \\
 G_1 &= -1 + 15 \log \left( \frac{D}{\lambda} \right) & \text{dBi} \\
 \varphi_m &= \left( \frac{20 \lambda}{D} \right) \sqrt{(G_{max} - G_1)} & \text{degrees} \\
 \varphi_r &= 15.85 \left( \frac{D}{\lambda} \right)^{-0.6} & \text{degrees}
 \end{aligned}$$

ويمكن أيضاً استخدام نمذجة للمخطط أكثر دقة صالحة للزوايا التي تقل عن درجة واحدة (انظر أدناه).

## 1 نموذج الحزمة الرئيسية

يمكن اعتبار النموذج التالي للحزمة الرئيسية في هوائي دائري كأنه نهج واقعي: <sup>1</sup>

$$(3) \quad G_r(\varphi) = G_{r,max} \left[ \frac{J_1(2\pi x)}{\pi x} \right]^2$$

<sup>1</sup> المعادلتان (3) و(4) معبر عنهما بنسبة قدرتين وليس بالوحدات dB.

حيث:

$$G_{r,max} = \left[ \frac{4\pi A_{eff}}{\lambda^2} \right] \quad \text{الكسب الأقصى (معبّرًا عنه بنسبة قدرتين)}$$

وفيه:

$$A_{eff} = \pi(D/2)^2 \quad \text{مساحة فتحة الراصدة (بالأمتار المربعة: } m^2 \text{)}$$

$$D: \quad \text{القطر الحقيقي للراصدة (بالأمتار: m)}$$

$$\lambda: \quad \text{الطول الموجي (بالأمتار: m)}$$

$$x = \frac{\pi D \varphi}{360 \lambda} \quad \text{مع } \varphi \text{ هي الزاوية (بالدرجات) مع خط التسديد}$$

$$J_1(x): \quad \text{دالة بيسيل من المرتبة الأولى.}$$

ويقع الصفر الأول لمخطط الهوائي هذا عندما يكون:

$$\varphi_0 = 69,88/(D/\lambda) \quad \text{(بالنسبة إلى خط تسديد الهوائي) درجات}$$

فمثلاً عندما يكون  $D = 100 \text{ m}$  و  $\lambda = 3 \text{ cm}$  يكون  $G_{r,max} = 1,09 \times 10^8$  (مكافئ للقيمة + 80,4 dB) ويكون:

$$\varphi_0 = 0,0209 \quad \text{درجات}$$

## 2 نموذج الفصوص الجانبية القريبة الواقعة على أقل من 1° عن خط التسديد

يقترح النموذج التالي للفصوص الجانبية القريبة الواقعة في المنطقة  $1^\circ \geq \varphi \geq \varphi_0$ :

$$(4) \quad G_r(\varphi) = B \left[ \frac{\cos(2\pi x - (3\pi/4) + 0.0953)}{\pi x} \right]^2$$

حيث:

$$x = \frac{\pi D \varphi}{360 \lambda} \quad \text{وفيه } \varphi \text{ هي الزاوية (بالدرجات) مع خط التسديد}$$

$$D: \quad \text{القطر الحقيقي للراصدة الراديوية (بالأمتار: m)}$$

$$\lambda: \quad \text{الطول الموجي للتشغيل (بالأمتار: m)}$$

مع

$$B \text{ يعطى بالمعادلة } B = 10^{3,2} \pi^2 ((\pi D/2)/(180 \lambda))^2$$

<sup>2</sup> المعادلتان (3) و(4) معبّر عنهما بنسبة قدرتين وليس بالوحدات dB.

## الملحق 3

## توزيع سويات كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

يشرح هذا الملحق طريقة لحساب إحصائيات الكثافة epfd على السماء بكاملها.

## 1 تقسيم السماء إلى خلايا متساوية الزوايا المجسمة تقريباً

تكمّن الخطوة الأولى في تقسيم السماء إلى  $M$  حلقة موازية للأفق، ومباعدة فيما بينها بانتظام، من حيث زاوية الارتفاع التي تتغير من  $0^\circ$  إلى  $90^\circ$ . ويبلغ عرض كل حلقة  $90/M$  من الدرجات. وتكمّن الخطوة الثانية في تقسيم هذه الحلقات إلى خلايا، يختار عرض سمتها، بحيث تحتوي كل حلقة على عدد صحيح من الخلايا، ويساوي هذا العرض تقريباً إلى:

$$\text{من الدرجات} \quad \frac{90/M}{\cos(\text{زاوية الارتفاع})}$$

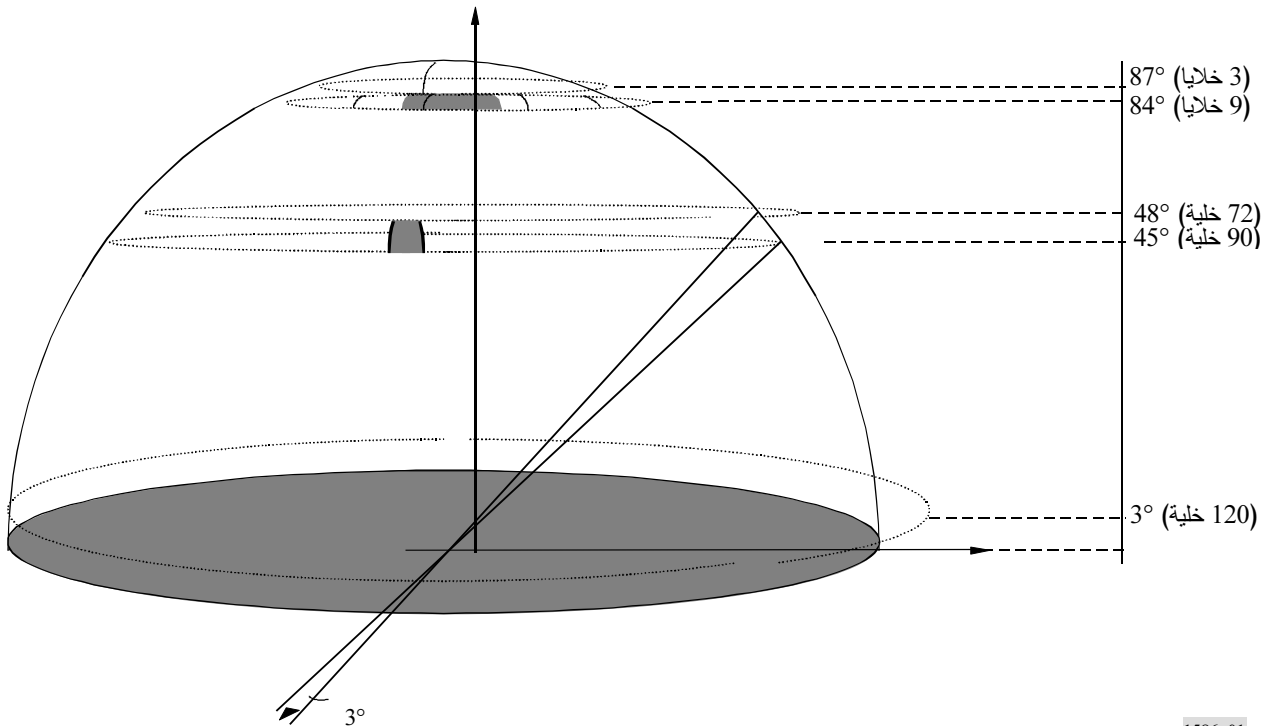
ويقدم الشكل 1 مثلاً على تقسيم تساوي خطوته  $3^\circ$  في اتجاه زاوية الارتفاع، وهذا يقسم السماء إلى 30 حلقة، عرض زاوية ارتفاع كل منها  $3^\circ$ . وكذلك سيكون عرض سمتها مساوياً تقريباً:

$$\text{من الدرجات} \quad \frac{90/30}{\cos(\text{زاوية الارتفاع})}$$

المصطلح زاوية الارتفاع الوارد في العلاقة السابقة يمثل زاوية الارتفاع المتوسطة للحلقة المعتمدة.

الشكل 1

مثال على تقسيم السماء إلى خلايا تبلغ الزاوية المجسمة لكل منها 9 درجات مربعة



وهذا يقود إلى تقسيم السماء إلى 2 334 خلية تبلغ الزاوية المجسمة لكل منها 9 درجات مربعة تقريباً. ويبين الجدول 1 عدد الخلايا في كل حلقة في هذا المثال.

الجدول 1

مثال على تقسيم السماء إلى خلايا مستطيلة تبلغ الزاوية المجسمة لكل منها 9 درجات مربعة تقريباً

الزاوية المجسمة المتراكمة (%)	النسبة المئوية للزاوية المجسمة (%)	عدد الخلايا المتراكمة	الزاوية المجسمة للخلية (درجات مربعة)	عدد الخلايا في الحلقة	الخطوة السمتية (درجات)	الزاوية المجسمة المتراكمة (درجات مربعة)	الزاوية المجسمة للحلقة (درجات مربعة)	زاوية ارتفاع الجزء السفلي من الحلقة (درجات)
5,23	5,23	120	9	120	3	1 079,51	1 079,51	0
10,45	5,22	240	8,97	120	3	2 156,05	1 076,55	3
15,64	5,19	360	8,92	120	3	3 226,69	1 070,64	6
20,79	5,15	480	8,85	120	3	4 288,49	1 061,79	9
25,88	5,09	600	8,75	120	3	5 338,53	1 050,04	12
30,90	5,02	720	8,63	120	3	6 373,93	1 035,41	15
35,84	4,94	840	8,48	120	3	7 391,87	1 017,94	18
40,67	4,84	960	8,31	120	3	8 389,55	997,68	21
45,40	4,73	1 080	8,12	120	3	9 364,23	974,68	24
50	4,60	1 200	7,91	120	3	10 313,24	949,01	27
54,46	4,46	1 290	10,23	90	4	11 233,99	920,75	30
58,78	4,31	1 380	9,89	90	4	12 123,94	889,95	33
62,93	4,15	1 470	9,52	90	4	12 980,66	856,72	36
66,91	3,98	1 560	9,12	90	4	13 801,81	821,14	39
70,71	3,80	1 650	8,70	90	4	14 585,12	783,31	42
74,31	3,60	1 740	8,26	90	4	15 328,46	743,34	45
77,71	3,40	1 812	9,74	72	5	16 029,79	701,32	48
80,90	3,19	1 884	9,13	72	5	16 687,17	657,39	51
83,87	2,97	1 956	8,50	72	5	17 298,82	611,65	54
86,60	2,74	2 016	9,40	60	6	17 863,06	564,23	57
89,10	2,50	2 076	8,59	60	6	18 378,33	515,27	60
91,35	2,25	2 136	7,75	60	6	18 843,23	464,90	63
93,36	2,00	2 181	9,18	45	8	19 256,48	413,25	66
95,11	1,75	2 221	9,01	40	9	19 616,95	360,47	69
96,59	1,49	2 257	8,52	36	10	19 923,65	306,70	72
97,81	1,22	2 287	8,40	30	12	20 175,74	252,09	75
98,77	0,95	2 307	9,84	20	18	20 372,53	196,79	78
99,45	0,68	2 322	9,40	15	24	20 513,49	140,95	81
99,86	0,41	2 331	9,41	9	40	20 598,21	84,73	84
100	0,14	2 334	9,42	3	120	20 626,48	28,27	87



## 2 توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) لخلية واحدة

في البداية، يختار عشوائياً اتجاه تسديد لهوائي خدمة علم الفلك الراديوي، ويسدد نحو إحدى خلايا السماء المعروفة في الفقرة السابقة. ثم تختار عشوائياً أيضاً لحظة بدء تشغيل كوكبة السواتل. وبعد ذلك تقدر كثافة تدفق القدرة المكافئة في لحظات مختلفة من مدة التكامل البالغة 2 000 ثانية. ثم تحسب القيمة المتوسطة لكثافة تدفق القدرة المكافئة الحاصلة أثناء مدة التكامل هذه، من أجل اتجاه التسديد ولحظة بدء التشغيل المعترين.

وتكرر هذه العملية للحصول على توزيع إحصائي للكثافة epfd المتولدة عن الخلية المعترية. وتشمل هذه المنهجية عدداً من الاختبارات، يحسب كل منها القيمة المتوسطة لسوية الكثافة epfd المأخوذة أثناء فترة التكامل البالغة 2000 ثانية. وكلما ازداد عدد الاختبارات، يزداد التوزيع الحاصل دقة. ويجب أن يبلغ عدد الاختبارات حداً كافياً لكي تكتسب النتائج الحاصلة الحد اللازم من الثقة. وبصورة خاصة، يجب أن يكون جداء عدد الاختبارات في فترة التكامل البالغة 2 000 ثانية أكبر بكثير من الدور المداري لكوكبة السواتل. ويلزم التأكد أيضاً من حصول اعتيان إحصائي وافٍ في فترة الدور المداري للكوكبة. وعندما يلاحظ أن الاختبارات الجديدة لا تعود تسبب تغييراً محسوساً في التوزيع، يمكن الاستنتاج بأن عدد الاختبارات التي أجريت قد أصبح كافياً. ويمكن إجراء هذا التحقق أوتوماتياً ومدمجاً في المحاكاة أو يمكن إجراؤه يدوياً بإيقاف المحاكاة في فترات منتظمة.

## 3 توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) من أجل اتجاهات التسديد في أسوأ حالة (لا تطبق هذه الطريقة إلا عندما تصبح سويات كثافة تدفق القدرة (pfd) التي تشعها السواتل ثابتة، من أجل زاوية ارتفاع معينة لهوائي خدمة الفلك الراديوي)

يمكن تبسيط تقدير توزيعات كثافة تدفق القدرة المكافئة المتولدة من خلايا السماء بالافتقار في المرحلة الأولى على اتجاهات التسديد الأشد سوءاً، إذ يمكن اعتبار هذه الاتجاهات مقابلة لاتجاهات التسديد التي يكون فيها احتمال رؤية السواتل هو الأكبر. ويمكن تعيين اتجاهات التسديد هذه استناداً إلى التوصية ITU-R S.1257 - طريقة تحليلية لحساب إحصائيات الرؤية والتداخل على المدى القصير للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، كما ترى من نقطة ما على سطح الأرض (وخاصة المعادلتان (28) و(29)). ففي حالة زاوية ارتفاع معينة وكوكبة معينة من السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، تتيح هذه التوصية حساب سموت اتجاهات التسديد الأشد سوءاً (هناك عادة قيمتان لسمت الاتجاه الأشد سوءاً ترافقان زاوية ارتفاع معينة).

بعد ذلك يجري تقدير توزيع الكثافة epfd في عدد كافٍ من مدد التكامل البالغة 2 000 ثانية لكل واحدة من الخلايا المقابلة لاتجاهات التسديد هذه الأشد سوءاً. ثم تقارن هذه التوزيعات للكثافة epfd بسوية عتبة لكثافة تدفق القدرة (معرفة بافتراض كسب هوائي الاستقبال مساوياً 0 dBi وفق اتجاه التداخل ولمدة تكامل تبلغ 2 000 ثانية).

إن النسبة المئوية من الوقت التي يتم فيها تجاوز سوية عتبة لكثافة تدفق القدرة بالنسبة إلى خلية معينة، يمكن اعتبارها مساوية للنسبة المئوية من مدد التكامل البالغة 2 000 ثانية التي تصبح فيها القيمة المتوسطة لكثافة تدفق القدرة المستقبلية في الرائدة الراديوية أكبر من سوية العتبة هذه، لكثافة تدفق القدرة.

يمكن لمقارنة توزيعات كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) بالسوية العتبة لكثافة تدفق القدرة (pfd)، في حالة الخلايا المقابلة لاتجاهات التسديد الأشد سوءاً، أن تفضي إلى النتائج التالية:

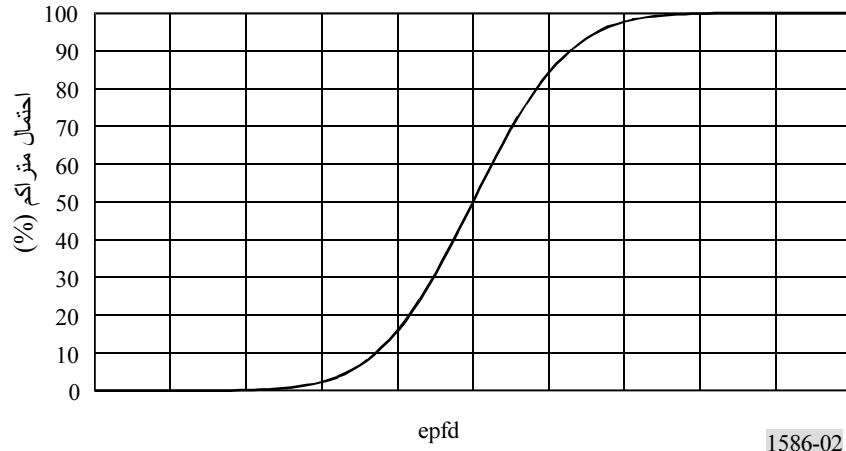
- إذا تم التقيد بعتبة كثافة تدفق القدرة، بالنسبة إلى جميع الحلقات  $M$ ، في اتجاهات التسديد الأشد سوءاً، أثناء نسبة مئوية من الوقت تفوق عتبة معينة، يمكن الاستنتاج بأن المعيار قد استوفي بالنسبة إلى جميع خلايا السماء؛
  - إذا جرى التقيد بعتبة كثافة تدفق القدرة، بالنسبة إلى حلقة معينة (معرفة بزواوية ارتفاعها)، في اتجاهات التسديد الأشد سوءاً أثناء نسبة مئوية من الوقت تفوق عتبة معينة، يمكن الاستنتاج بأن المعيار مستوفى دوماً بالنسبة إلى مجموعة خلايا هذه الحلقة؛
  - وإذا لم يتم استيفاء معيار التداخل هذا، يلزم عندئذ مزيد من الدراسات.
- وإن تفحص أسوأ اتجاهات التسديد يتيح تحديد المواقع التي توضع فيها الخلايا المقابلة.

#### 4 النتيجة بدلالة توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

إن طريقة حساب الكثافة epfd المشروحة في الفقرة 2 تسمح بتحديد توزيع كثافة تدفق القدرة المكافئة الذي تولده خلية معينة في السماء (انظر الشكل 2).

الشكل 2

مثال على التوزيع التراكمي لكثافة تدفق القدرة المكافئة من خلية في السماء



1586-02