التوصيـة ITU-R RS.2066-1

(03/2024)

السلسلة RS: أنظمة الاستشعار عن بُعد

حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاق التردد 10,6‑10,7 GHz من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول MHz 9 600

**تمهيـد**

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 القرار 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** | **العنـوان** |
| **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، 2024

© ITU 2024

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).

التوصيـة ITU-R RS.2066-1

حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاق الترددات GHz 10,7-10,6  
من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة  
في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول MHz 9 600

(2024-2014)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية إجراءً تشغيلياً لتفادي اقتران الحزم الرئيسية بين أنظمة SAR‑4 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) عند الإرسال على مقربة منMHz 9 600 ومحطات خدمة الفلك الراديوي (RAS) التي تقوم بعمليات الرصد في النطاق GHz 10,7‑10,6 وذلك لعدم التسبب في ضرر للمكبر منخفض الضوضاء الحساس لخدمة الفلك الراديوية.

الكلمات الرئيسية

خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة)، خدمة الفلك الراديوي، التخفيف

المختصرات/المصطلح

SAR رادار ذو فتحة تركيبية (*Synthetic Aperture Radar*)

توصيات/تقارير الاتحاد الدولي للموصلات ذات الصلة

التوصية ITU‑R RS.2043 - خصائص الرادارات ذات الفتحة التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حولMHz 9 600

التقرير ITU‑R RA 2188 - مستويات كثافة تدفق القدرة والقدرة المشعة المكافئة المتناحية التي قد تضر بمستقبلات الفلك الراديوي

التقرير ITU‑R RS.2274 - الاحتياجات من الطيف لتطبيقات الرادارات ذات الفتحات التركيبية المحمولة على متن مركبات فضائية والمخطط تشغيلها في توزيع موسع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية حول MHz 9 600

التقرير ITU‑R RS.2308 - التوافق من حيث الترددات الراديوية بين الإرسالات غير المرغوبة الصادرة عن الرادارات (SAR) ذات الفتحات التركيبية GHz 9 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية وخدمات استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية والفلك الراديوي العاملة في نطاقي الترددات MHz 8 500‑8 400 وGHz 10,7‑10,6 على التوالي

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

*أ )* أن نطاق الترددات MHz 9 800-9 300 موزع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) على أساس أولي؛

*ب)* أن نطاق الترددات MHz 9 900-9 800 موزع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) على أساس ثانوي؛

*ج)* أن نطاق الترددات GHz 10,7-10,6 موزع لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي؛

*د )* أن أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) التي تقوم بتشغيل رادارات نشيطة حول MHz 9 600 تستخدم إرسالات زقزقة فائقة القوة في الاتجاه فضاء-أرض؛

*ه )* أن محطات خدمة الفلك الراديوي العاملة في نطاق الترددات GHz 10,7‑10,6 تستخدم مضخمات منخفضة الضوضاء وبالغة الحساسية؛

*و )* أن التقرير ITU‑R RA.2188 يوفر مستويات لكثافة تدفق القدرة والقدرة المشعة المكافئة المتناحية يمكن أن تضر بالمضخمات منخفضة الضوضاء/الأطراف الأمامية لخدمة الفلك الراديوي؛

*ز )* أن مستوى التداخل الذي تستقبله محطات الفلك الراديوي من إرسالات أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) يمكن، في ظل ظروف نادرة من الاقتران بين حزمتين رئيسيتين، أن تبلغ أو تتجاوز المستويات الحرجة المحددة في التقرير ITU‑R RA.2188،

توصي

1 أنه ضماناً لتوافق الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية مع محطات خدمة الفلك الراديوي فإن على أنظمة الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية العاملة حول MHz 9 600 أن تتفادي، قدر المستطاع، إضاءة مساحة حول محطات الفلك الراديوي. ويحدد الملحق 1 مقدار هذه المساحة. ويتضمن الملحق 2 قائمة بمحطات خدمة الفلك الراديوي القادرة على العمل في نطاق الترددات GHz 10,7‑10,6 والتي يمكن أن تجري عمليات رصد في أوقات الإضاءة؛

2 أنه في حال تلبية الشروط المشار إليها في الفقرة 1 من *توصي*، فإن على مشغِّل نظام الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية أن يتصل بمشغِّل محطة الفلك الراديوي المعنية قبل سبعة أيام تقويمية على الأقل من حدث لعمليات روتينية للرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية وقبل 24 ساعة على الأقل من التقاط الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية للصور في حالات الطوارئ فحسب مثل إدارة الكوارث بغية التنسيق، والاتفاق، إن دعت الضرورة، على التخفيف أو على تدابير وقائية أخرى.

الملحق 1  
  
تحديد منطقة الحماية المحيطة بمحطات خدمة الفلك الراديوي

يحدد كفاف حزمة الإرسال المقابل للهامش المعتمد بتطبيق التوصية ITU‑R RA.2188 منطقة الضرر لاقتران محتمل لنقطتي تسديد لكلتا حزمتي الهوائي. ويتخذ مثل هذا الكفاف شكلاً إهليلجياً بمحور كبير قدره δθ*h* أفقياً ومحور صغير يبلغ δθ*v* في اتجاه الحزمة الرأسية، بما يحدد منطقة يتجاوز فيها مستوى قدرة محطة خدمة الفلك الراديوي dBW 18–. ويوفر الإسقاط على سطح الأرض بعداً لمساحة باتساع مقداره δ*h*±بالاتجاه الأفقي وδ*v*±بالاتجاه الرأسي حول محطة الفلك الراديوي الواجب حمايتها. ويوفر الجدول 1 نطاق المعلمات لتفادي الضرر العرَضي لمستقبل خدمة الفلك الراديوي[[1]](#footnote-1) بقُطر هوائي يبلغ m 100 فيما يتعلق بنظام SAR‑4 على النحو الموصوف في التوصية ITU‑R RS.2043.

الجدول 1

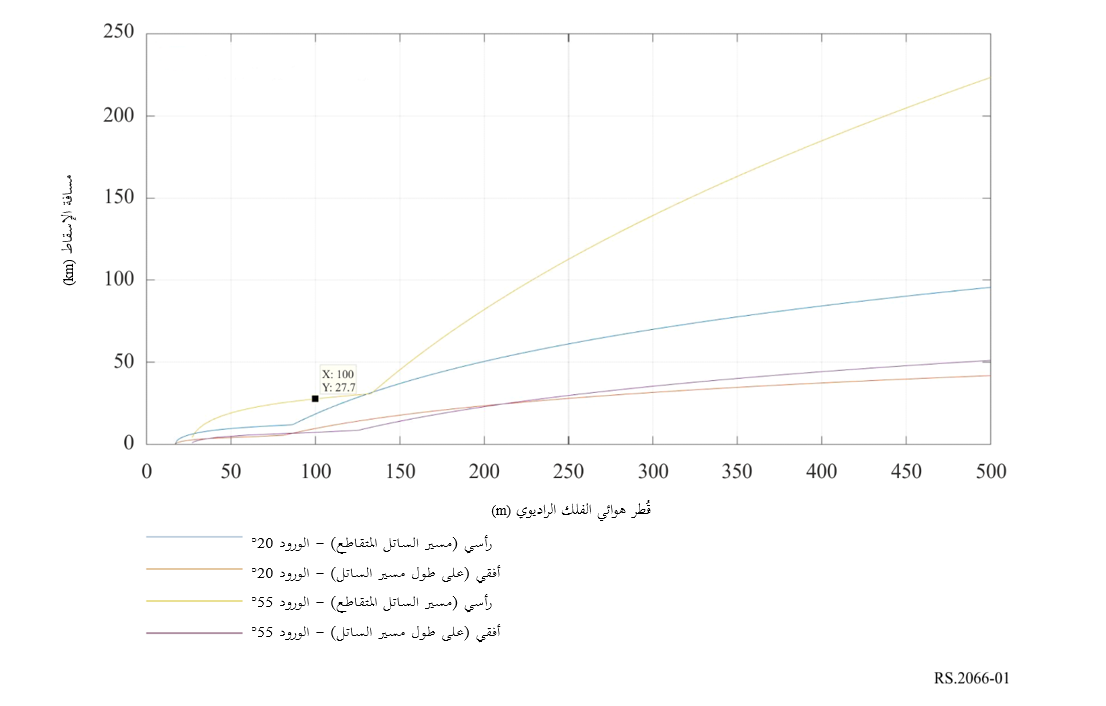
معلمات تفادي الضرر العَرضي لمستقبلات الفلك الراديوي

| زاوية الورود Φ | الزاوية التخالفية الأفقية δθ*h* | الزاوية التخالفية الرأسية δθ*v* | الفصل الأفقي (km) δ*h* | الفصل الرأسي (km) δ*v* |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| °20 | °1,02 | °1,8 | 9,6 | 18,2 |
| °55 | °0,5 | °1,1 | 7,4 | 28,1 |

ويحدد الشكل 1 مساحة المنطقة المحيطة بمحطة خدمة الفلك الراديوي المزمع حمايتها، رهناً بقُطر هوائي خدمة الفلك الراديوي وزاوية الورود. ويمكن ملاحظة أنه ليس هناك من قيود بالنسبة لمحطات خدمة الفلك الراديوي التي يقل قُطر الهوائي فيها عنm 17، وأن مسافة الفصل القصوى من محطة الفلك الراديوي هي km 28 بالنسبة لمعظم محطات الفلك الراديوي.

الشكل 1

مساحة المنطقة المحيطة بمحطات خدمة الفلك الراديوي المزمع حمايتها  
بافتراض خصائص نظام SAR‑4 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية



وبصورة أعم فإنه بالنسبة لزاوية الورود المعينة *i*، تُستخلص المسافة بين ساتل الرادارات ذات الفتحات التركيبية ومنطقة الالتقاط بالمعادلة التالية:

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

*i*: زاوية الورود (°)

*h*: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

وتُستخلص الزاوية المقابلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي بالمعادلة التالية:

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

*i*: زاوية الورود (°)

*h*: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

وبالمستطاع استخلاص الكسب الأقصى لهوائي خدمة الفلك الراديوي من قُطر الهوائي والتردد باستخدام المعادلة التالية:

حيث:

*D*:قُطر هوائي الفلك الراديوي (m)

*f*: التردد (GHz)

ومن هذه القيم يُستخلص حد كسب هوائي الفلك الراديوي الذي يسمح بتلبية حد القدرة المستَقبلة dBW 18– بالمعادلة التالية:

حيث:

*Prlimit*: لا يجوز تجاوز القدرة المستَقبلة (dBW 18– دون GHz 20)

*Lp*: الخسارة في الفضاء الحر (dB)

*Gr*: كسب الهوائي الأقصى لهوائي الفلك الراديوي (dBi)

*Pe*: قدرة ذروة الرادار ذي الفتحات التركيبية (dBW)

وباستخدام المخططات الأفقية والرأسية لهوائي الرادار ذي الفتحات التركيبية فإن بالمستطاع تحديد الزاويتين التخالفيتين المقابلتين δθ*h* وδθ*v*. ومن هاتين الزاويتين يمكن استخلاص مسافتي الفصل الأفقية والرأسية δ*h* وδ*v*.

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

*d*: المسافة المائلة (km)

: الزاوية التخالفية الأفقية (بالدرجات)

وتُستخلص المسافة المائلة بين الساتل ومحطة خدمة الفلك الراديوي التي تلبي القدرة المستَقبلة بالمعادلة التالية:

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

*d*: المسافة المائلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط (km)

*h*: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

θ*v*: الزاوية بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي (°)

: الزاوية التخالفية الرأسية (بالدرجات).

كما أن بالإمكان استخلاص مسافة الفصل الرأسية δ*v*:

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

*d*: المسافة المائلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط (km)

*d+*:المسافة المائلة بين الساتل ومحطة الفلك الراديوي

θ*v*: الزاوية بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي (°)

: الزاوية التخالفية الرأسية (بالدرجات).

الملحق 2  
  
قائمة محطات الفلك الراديوي القادرة على التشغيل في النطاق 10,7-10,6 GHz

الإقليم 1

| البلد | الاسم | خط العرض شمالاً | خط الطول شرقاً | مقاس الهوائي[[2]](#footnote-2) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| بلجيكا | Humain | 50° 11' 30" | 05° 15' 27" | m 64 |
| فنلندا | Metsahövi | 60° 13' 04" | 24° 23' 37" | m 13,2 ،m 13,7 |
| فرنسا | Nancay | 47° 23' 00" | 02° 12' 00" | m 16 × 1,1 |
| ألمانيا | Effelsberg | 50° 31' 29" | 06° 53' 03" | m 100 |
| Stockert | 50° 34' 10" | 06° 43' 19" | m 10 |
| Wettzell | 49° 08' 41" | 12° 52' 40" | m 20،  m 2 × 13,2 |
| إيطاليا | Matera | 40° 38' 58.2" | 16° 42' 14.45" | m 13,2، m 20 |
| Medicina | 44° 31' 14" | 11° 38' 49" | m 2,4 ، m 32 |
| Noto | 36° 52' 33'' | 14° 59' 20'' | m 32 |
| Sardinia | 39° 29' 34" | 09° 14' 42" | m 64 |
| لاتفيا | Ventspils | 57° 33' 12" | 21° 51' 17" | m 32 |
| النرويج | Ny Ålesund | 78° 55' 45" | 11° 52' 15" | m 2 × 13,2 |
| البرتغال |  |  |  |  |
| Santaaria | 36° 59' 07" | ‒25° 07' 33" | m 13 |
| الاتحاد الروسي | Badari | 51° 46' 10" | 102° 14' 00" | m 13,2 ، m 32 |
| Kaliazyn | 57° 13' 22" | 37° 54' 01" | m 64 |
| Pushchino | 54° 49' 20" | 37° 37' 53" | m 22 |
| Svetloe | 60° 31' 56" | 29° 46' 54" | 13,2 m، 32 m |
| Zelenchukskaya | 43° 49' 34" | 41° 35' 12" | m 13,2، m 32 |
| جنوب إفريقيا | Hartebeesthoek | –25° 53' 22" | 27° 41' 05" | m13.2، m 26 |
| MeerKAT | –30° 43' 16" | 21° 24' 40" | m 64 × 13,5 |
| SKA1-MID | –30° 42' 47" | 21° 26' 38" | m 133 × 15 |
| إسبانيا | Gran Canaria | 28° 01' 34" | ‒15° 40' 16" | m 13,2 |
| Robledo | 40° 25' 38" | –04° 14' 57" | m 34، m 70 |
| Tenerife | 28° 18' 00" | –16° 30' 35" | m 12 |
| Yebes | 40° 31' 27" | –03° 05' 13" | m 13,2، m 40 |
| السويد | Onsala | 57° 23' 45" | 11° 55' 35" | m 25، m 20m 2 × m 13,2 |
| سويسرا | Bleien | 47° 20' 24" | 08° 06' 42" | m 7، m 5 |
| Zurich | 47° 22' 40.8" | 08° 33' 03" | m 5 |
| تركيا | Kayseri | 38° 42' 37" | 35° 32' 43" | m 13 |
| المملكة المتحدة | MERLIN Cambridge | 52° 10' 01" | 00° 02' 14" | m 32 |
| MERLIN Knockin | 52° 47' 25" | –02° 59' 50" | m 25 |
| MERLIN Darnhall | 53° 09' 23" | –02° 32' 09" | m 25 |
| MERLIN Jodrell Bank | 53° 14' 07" | –02° 18' 23" | m 25 |
| MERLIN Pickmere | 53° 17' 19" | –02° 26' 44" | m 25 |
| MERLIN Defford | 52° 06' 02" | –02° 08' 40" | m 25 |

قائمة محطات الفلك الراديوي القادرة على التشغيل في النطاق 10,7-10,6 GHz

الإقليم 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| البلد | الاسم | خط العرض شمالاً | خط الطول شرقاً | مقاس الهوائي[[3]](#footnote-3) |
| البرازيل | Itapetinga | –23° 11' 05" | –46° 33' 28" | m 14 |
| كندا | Algonquin Radio Obsy | 45° 57' 19" | –78° 04' 23" | m 46 |
| الولايات المتحدة الأمريكية | ALMA | –23° 01' 09" | –67° 45' 12" | m 12 x 7، m 54 × 12 |
| INAOE RT5 | 18° 59' 04" | –97° 18' 32" | m 50 |
| Allen Telescope Array (ATA), Hat Creek Radio Observatory | 40° 49' 03" | –121° 28' 24" | m 42 × 6 |
| Arecibo | 18° 20' 39" | –66° 45' 10" | m 305 |
| Goddard Geophysical and Astronomic Observatory (GGAO) | 39° 01' 19" | –76° 49' 37" | m 12 |
| Goldstone Deep Space Communications Complex (GDSCC) | 35° 25' 33" | –116° 53' 22" | m 70,3 |
| Robert C. Byrd Telescope, Green Bank Observatory | 38° 25' 59" | –79° 50' 23" | m 100 |
| Westford Radio Telescope, Haystack Observatory | 42° 36' 47" | –71° 29' 38" | m 18,3 |
| Kōkeʻe Park Geophysical Observatory (KPGO) | 22° 07' 34" | –159° 39' 54" | m 12، m 20 |
| Jansky Very Large Array (JVLA) | 33° 58' 22" to 34° 14' 56" | –107° 24' 40" to  –107° 48' 22" | m 27 × 25 |
| McDonald Geodetic Observatory (MGO) | 30° 40' 48" | –104° 01' 26" | m 12 |
| VLBA Brewster, WA | 38° 25' 59" | –79° 50' 23" | m 25 |
| VLBA Fort Davis, TX | –23° 11' 05" | –46° 33' 28" | m 14 |
| VLBA Hancock, NH | 45° 57' 19" | –78° 04' 23" | m 46 |
| VLBA Kitt Peak, AZ | –23° 01' 09" | –67° 45' 12" | m 12 x 7، m 54 × 12 |
| VLBA Los Alamos, NM | 18° 59' 04" | –97° 18' 32" | m 50 |
| VLBAauna Kea, HI | 40° 49' 03" | –121° 28' 24" | m 42 × 6 |
| VLBA North Liberty, IA | 18° 20' 39" | –66° 45' 10" | m 305 |

قائمة محطات الفلك الراديوي القادرة على التشغيل في النطاق 10,7-10,6 GHz

الإقليم 3

| البلد | الاسم | خط العرض شمالاً | خط الطول شرقاً | مقاس الهوائي[[4]](#footnote-4) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| أستراليا | Parkes | –33° 00' 00" | 148° 15' 44" | m 64 |
| Katherine | –14° 22' 30" | 132° 09' 07" | m 12 |
| Mopra | –31° 16' 04" | 149° 05' 58" | m 22 |
| ATCA (Narrabri) | –30° 18' 47" | 149° 33' 52" | m 6 × 22 |
| Tidbinbilla | –35° 24' 18" | 148° 58' 59" | m 34، m 70 |
| Hobart (Mt. Pleasant) | –42° 48' 18" | 147° 26' 21" | m 12، m 26 |
| Ceduna | –31° 52' 05" | 133° 48' 37" | m 30 |
| Yarragadee | –29° 02' 47" | 115° 20' 48" | m 12 |
| الصين | Miyun | 40° 33' 29" | 116° 58' 37" | m 50 |
| Sheshan | 31° 05' 58" | 121° 11' 59" | m 13، m 25 |
| Nanshan | 43° 28' 16" | 87° 10' 40" | m 13,2، m 26 |
| Tianma | 31° 05' 13" | 121° 08' 00" | m 13، m 65 |
| CSRH | 42° 12' 31" | 115° 14' 45" | m 60 × 2 |
| QTT | 43° 36' 04" | 89° 40' 57" | m 110 |
| فرنسا | Tahiti | −17° 31' 05" | −149° 26' 13" | m 12 |
| اليابان | Nobeyama | 35° 56' 40" | 138° 28' 21" | m 45 |
| VERA-Mizusawa | 39° 08' 01" | 141° 07' 57" | m 10، m 20 |
| VERA-Iriki | 31° 44' 52" | 130° 26' 24" | m 20 |
| VERA-Ogasawara | 27° 05' 31" | 142° 13' 00" | m 20 |
| VERA-Ishigakijima | 24° 24' 44" | 124° 10' 16" | m 20 |
| Ishioka | 36° 12' 33" | 140° 13' 08" | m 13,2 |
| Kashima | 35° 57' 21" | 140° 39' 36" | m 34 |
| Usuda | 36° 07' 57" | 138° 21' 46" | m 64 |
| Ibaraki | 36° 41' 51" | 140° 41' 32" | m 32 × 2 |
| Gifu | 35° 28' 03" | 136° 44' 14" | m 11 |
| Yamaguchi | 34° 12' 58" | 131° 33' 26" | m 32 |
| Tsukuba-NICT | 36° 03' 33" | 140° 08' 05" | m 1,6 |
| Koganei-NICT | 35° 42' 37" | 139° 29' 17" | m 2,4، m 11 |
| كوريا | KSWC (Jeju) | 33° 25' 40" | 126° 17' 45" | m 1,8 |
| SGOC (Sejong) | 36° 31' 22" | 127° 18' 12" | m 22 |
| K-SRBL | 36° 23' 54" | 127° 22' 31" | m 2,1 |
| KVN-Yonsei | 37° 33' 55" | 126° 56' 27" | m 21 |
| KVN-Ulsan | 35° 32' 44" | 129° 14' 59" | m 21 |
| KVN-Tamna | 33° 17' 21" | 126° 27' 34" | m 30، m 12 |
| نيوزيلندا | Warkworth | –36° 25' 59" | 174° 39' 52" | m 64 |

1. في الاتجاه الرأسي هناك لا تناظر بنسبة %5,6 لكل من δθ*v* وδ*v* بين المسافات والزوايا التخالفية الداخلية والخارجية وقد تم تجاهله. وأُدرجت فحسب القيمة الخارجية الأعلى. وجرى تقريب الإسقاطات الأرضية للأكفة الحدية التي تشكل إهليليجات مشوَّهة باستخدام المستطيلات. [↑](#footnote-ref-1)
2. ‏في هذا العمود، ‎X ‏تعني هوائي قطره ‎X ‏متر و ‎Y × X ‏تعني هوائيات عددها ‎Y ‏وقطرها ‎X ‏متر.‎ [↑](#footnote-ref-2)
3. في هذا العمود، ‎X ‏تعني هوائي قطره ‎X ‏متر و ‎Y × X ‏تعني هوائيات عددها ‎Y ‏وقطرها ‎X ‏متر.‎ [↑](#footnote-ref-3)
4. في هذا العمود، ‎X ‏تعني هوائي قطره ‎X ‏متر و ‎Y × X ‏تعني هوائيات عددها ‎Y ‏وقطرها ‎X ‏متر.‎ [↑](#footnote-ref-4)