



خلاصة
واقعية

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

خلاصة وافية

1- مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 (SnT2021): مؤتمر افتراضي هجين

أسبوع المؤتمر، قام عدد من المشاركين لم يسبق له مثيل، بلغ 1 458 مشاركا، بتسجيل أنفسهم وتسجيل دخولهم إلى هذه المنصة. وعُقدت جلسات المؤتمر في غرف "ويبكس" (Webex) افتراضية وُثت الجلسات مباشرة عبر الإنترنت إلى "مسارح" حية مدعومة بالمنصة الافتراضية vSnT2021. وكانت الوثوقية التقنية للمنصة عالية، ولم تحدث مشاكل كبيرة خلال المؤتمر.

وفي حين كانت الترتيبات التقنية للمؤتمر الافتراضي مختلفة اختلافا كبيرا عن ترتيبات المؤتمرات السابقة، اتبع برنامج المؤتمر إلى حد بعيد مثال مؤتمرات العلم والتكنولوجيا الناجحة السابقة. وفي معظم الأوقات، كانت تنقل بالبيت التدفقي عبر الإنترنت ثلاث "مسارح" حية بالتوازي، وكان بوسع المشاركين عبر الإنترنت أن ينتقلوا بسهولة من جلسة إلى أخرى. وأديرت الجلسات من مركز فيينا الدولي، وأدار معظمها موظفو الأمانة الفنية المؤقتة. وخصص لكل جلسة فريق دعم فني صغير مؤلف من ثلاثة إلى أربعة أشخاص، وفريق معني بالمحتوى يضم منظم الجلسة ومنسقا للأسئلة والأجوبة. وتألقت جميع حلقات النقاش من أعضاء أفرقة مناقشة يشاركون عبر الإنترنت من خارج الموقع. وبالنسبة لبعض حلقات النقاش، كان المشرف أيضا من خارج الموقع. وفي هذه الحالات، تولى منظم الحلقة التابع للأمانة الفنية المؤقتة الذي كان حاضرا شخصيا في قاعة الجلسات في مركز فيينا الدولي تقديم الدعم من أجل ضمان سلاسة سير المناقشة.

وُسَّجِع جميع مقدمي العروض بقوة على تحميل تسجيلات لعروضهم قبل انعقاد المؤتمر. وحُمِلت هذه الملفات إلى قاعدة البيانات "إنديكو" (Indico) التي خدمت المؤتمر. وبالنسبة للعروض الشفوية، استُخدمت التسجيلات أو العروض الحية خلال الجلسات. وتعاملت فرق ويبكس (Webex) التابعة للأمانة الفنية المؤقتة مع الانتقال بين المحتوى الحي والمحتوى المسجل، وسار الانتقال بسلاسة، دون أي مشاكل تقنية تقريبا. وُسُجِلت الجلسات وأُثِبتت كمقاطع فيديو على يوتيوب. ويتضمن التذييل 1 من هذا التقرير برنامج المؤتمر، مع وصلات يوتيوب المناسبة إلى الجلسات.

وتشكل الملفات التي تم تحميلها للعروض الشفوية وعروض المواد البصرية موردا لا يقدر بثمن. والتسميات التي تظهر في خلاصات المحاضرات وحلقات النقاش والعروض تزود في هذا التقرير بروابط شبكية إلى الملفات التي تم تحميلها. وبالنسبة لعروض المواد البصرية بوجه خاص، يمثل ذلك أسلوبا فريدا للاحتفاظ بالمعارف لم يكن متاحا في المؤتمرات السابقة المعقودة حضوريا. وهذا العنصر من شكل المؤتمر الافتراضي مهم جدا للحفاظ على مواد المؤتمرات، ويوصى بشدة بالإبقاء عليه في مؤتمرات العلم والتكنولوجيا المقبلة، بغض النظر عن شكلها.

مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 (SnT2021) هو المؤتمر السادس في سلسلة مؤتمرات معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية: العلم والتكنولوجيا، وقد عُقد في الفترة من 28 حزيران/يونيه إلى 2 تموز/يوليه 2021. وحُصص المؤتمر للتطورات العلمية والتكنولوجية التي لها أهمية لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (المنظمة) ولشبكة الرصد التابعة لها، بهدف رئيسي يتمثل في تحديد فرص وأساليب تحسين رصد التجارب النووية والتحقق منها. وكان مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 (المؤتمر) أكبر مؤتمر في هذه السلسلة على الإطلاق، حيث حضره أكثر من 600 مشارك. وإجمالا، قُدم 89 عرضا إحصاحيا شفويا، وحُمِلت شرائح مصورة وملفات فيديو إلى 365 مادة بصرية، ويرد مزيد من الإحصاءات في التذييل 2 من هذا التقرير.

وقد عُقد المؤتمر في غمار جائحة كوفيد-19 العالمية. واستلزمت القيود المفروضة على السفر والقيود المفروضة على الحضور الشخصي إجراء تغيير في شكل المؤتمر. وكان يوم الافتتاح حدثا هجينا، جمع بين جمهور محدود حاضر شخصيا بلغ حوالي 200 شخص في قصر هوفبورغ في فيينا، النمسا، وجمهور حاضر افتراضيا من جميع أنحاء العالم، وحتى في اليوم الأول، كانت معظم المشاركات عبر الإنترنت، حيث شارك العديد من مقدمي العروض وأكثر من 1 000 من الحاضرين من خارج موقع المؤتمر. وكان الجزء المتبقي من المؤتمر افتراضيا بحتا، واستخدمت مباني مركز فيينا الدولي مركزا لإدارة جلسات المؤتمر.

وقد حُمِلت المواد البصرية قبل المؤتمر، فأتاح ذلك الاطلاع عليها لفترة أطول. وأُثِبتت الفرصة لمقدمي العروض للمشاركة في 10 جلسات مائدة مستديرة اجتذبت الكثير من الاهتمام، ونال بعضها مشاركة أكثر من 250 من الحاضرين عبر الإنترنت. وهذا الاطلاع على المواد البصرية هو قطعا أكبر مما كان شائعا في مؤتمرات الحضور الشخصي "العادية" التي عقدت في الماضي. وفي حين توجد بالتأكيد مزايا للتفاعل وجه لوجه، فإن غرف الفيديو والدردشات مكنت الحاضرين من التفاعل مع مقدمي العروض.

وسميت المنصة الافتراضية للمؤتمر vSnT2021، ودعمها التطبيق Superevent B.V. وأُثِبتت تلك المنصة على متصفحات الشبكة العالمية وكذلك على الأجهزة المحمولة، لجميع المستخدمين المسجلين. وخلال

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

في الشمول للجميع والتعاون العلمي. وتضمنت الجلسة 2 من اليوم الافتتاحي خطاباً رئيسياً ألقاه ديميتري كوسينزوف، عن الذكاء الاصطناعي وكيف يمكن أن يُحدث تحولاً في مهامنا؛ وطفلة النقاش المتعلقة بتسخير علوم وتكنولوجيا الفضاء لأغراض التنمية المستدامة والسلام والأمن على الصعيد العالمي؛ وطفلة النقاش المشتركة بين الاتحاد الأوروبي والمنظمة، بشأن تأمين عالم خال من التجارب النووية للشباب والأجيال القادمة. ويتناول الفصل 2 أيضاً مشاركة الشباب، التي سُدد عليها طوال المؤتمر.

ويُلخص الفصل 3 المحاضرات الملقاة بناء على دعوة في الذكرى السنوية الخامسة والعشرين للمعاهدة. وتشكل هذه المحاضرات مورداً قيماً جداً، يجمع بين منظورات واسعة بشأن تطوير شبكة الرصد على مدى السنوات الـ25 الماضية، ومناقشات للتحديات الراهنة، وتوصيات للمستقبل. وتشمل المحاضرات الملقاة بناء على دعوة ما يلي:

- **101-722** - تحديات وإنجازات رصد التفجيرات النووية التجريبية في سياق معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، قدمه بول ج. ريتشاردز
- **102-718** - الشبكة الصوتية المائتية لمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية بعد مرور 25 عاماً، قدمه مارتن لورنس
- **103-714** - خمسة وعشرون عاماً من الرصد دون السمعي: الإنجازات والتحديات الجديدة، قدمته إيلزابيث بلانك
- **104-717** - شبكة رصد النويدات المشعة لنظام الرصد الدولي: آلة فريدة لم تستغل بالكامل بعد، قدمه أندرس رينغوم
- **1s6-454** - آفاق التعلم الآلي لأغراض المعالجة التلافيفية لبيانات الرصد السيزمي والصوتي-المائي ودون السمعي، قدمه كريستوس ساراغويوتيس
- **1s1-353** - تطبيقات جديدة في مركز البيانات الدولي لتحليل الخبراء التقني لبيانات الرصد السيزمي والصوتي-المائي ودون السمعي، قدمه إيفان كيتوف
- **P3.5-507** - هل هناك إمكانية لزيادة تعزيز أساليب مركز البيانات الدولي لتحليل الطيف لأغراض قياسات النويدات المشعة الخاصة بمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية بعد 25 عاماً من التطوير التدريجي؟، قدمه بوكس ليو
- **1s2-283** - التطورات في معالجة الإشارات الصوتية المائتية في مركز البيانات الدولي خلال العقد الماضيين وخطط المستقبل، قدمه رونان لو براس

وبلغ العدد النسبي للعروض الفعلية المقدمة مقارنة بعدد الخلاصات المقدمة والمقبولة حوالي 80 في المائة، وهي نسبة أعلى مقارنة بمؤتمرات العلم والتكنولوجيا السابقة، وبالنسبة للمواد البصرية، لا تعتبر العروض منجزة ولا تدرج في هذا التقرير ما لم يحمل المؤلفون ملفات لها. وهذا المستوى من الامتثال للشروط جدير بالملاحظة، لا سيما بالنظر إلى أن شكل المؤتمر لم يعلن عنه إلا في شباط/فبراير، أي بعد أشهر من الموعد النهائي لتقديم الخلاصات.

وفي حين يؤمل بشدة أن تُعقد مؤتمرات العلم والتكنولوجيا المقبلة بالحضور الشخصي، فثمة جوانب مهمة في شكل المؤتمر الافتراضي مفيدة وتستحق الاستمرار. فتقديم العروض عبر الإنترنت والحضور عبر الإنترنت يمكن أن يتيح المشاركة لمن لا يستطيعون السفر. وهذا يثير فرص تقديم عروض فريدة في المؤتمر. وقد أدى التحميل المبكر لملفات المواد البصرية واجتماعات المائدة المستديرة الخاصة بمناقشة تلك المواد إلى اطلاع أوسع على المواد ولمدة أطول. وتحسن أيضاً مستوى الوثائق المرافقة للعروض المصحوبة بتحميل ملفات مواد بصرية وشرائح مصورة ومحاضرات ومناقشات مسجلة. وينبغي الاحتفاظ بهذه العناصر في المؤتمرات المقبلة.

2- يوم الافتتاح، والمحاضرات الملقاة بناء على دعوة وإبراز مواضيع معيّنة، وحلقات النقاش

يستند جزء كبير من محتوى مؤتمرات العلم والتكنولوجيا إلى الخلاصات المقدمة. بيد أن المحاضرات الملقاة بناء على دعوة وحلقات النقاش شكلت العمود الفقري لمؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021، وهما آلية مهمة لتوجيه الأسئلة المهمة إلى المنظمة، بما فيها الأسئلة المتعلقة بقضايا لا تتناولها الخلاصات المقدمة بشكل كاف. وفي مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021، كان المحوران الرئيسيان هما الذكرى السنوية الخامسة والعشرون لفتح باب التوقيع على المعاهدة، التي أتاحت فرصة لاستعراض التقدم العلمي والتكنولوجي والتنبؤ بالتطورات التي يمكن توقعها، وجائحة كوفيد-19، التي مثلت اختباراً لقدرة نظام الرصد على الصمود.

وتم تناول الذكرى السنوية الخامسة والعشرين للمعاهدة بالحديث خلال مناقشات اليوم الافتتاحي وفي سلسلة من حلقات النقاش ومن المحاضرات الملقاة بناء على دعوة. ويستعرض الفصل 2 من هذا التقرير مناقشات اليوم الافتتاحي. ويقدم الفصل النص الكامل للرسالة الافتتاحية التي ألقاها الأمين التنفيذي لاسينا زيربو خلال الجلسة 1، يليه وصف لمراسم الافتتاح والملاحظات السياسية والحوار الميسر تحت عنوان معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية بعد 25 عاماً: تطور المعاهدة، والمنظمة وتكنولوجياتها، والوظيفة النموذجية للمعاهدة، المتمثلة

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

- [J06](#) - التطبيقات المدنية والعلمية: الاتفاق
- [J07](#) - البيانات الإقليمية الخاصة برصد الامتثال للمعاهدة
- [J08](#) - الإنسان مقابل الآلة
- [J09](#) - التأزر بين نظم الرصد لمعالجة الحد من المخاطر والتحديات العالمية

وقُدمت محاضرات تمهيدية قبل بعض حلقات النقاش التقنية. فألقيت تمهيدا لحلقة النقاش [J06](#) المحاضرة [106-721](#) التي تناولت التطبيقات المدنية والعلمية لبيانات نظام الرصد الدولي، وقدمتها زينبو مينداودو سولي، والمحاضرة [106-719](#) تحت عنوان التنمية المستدامة، والحد من مخاطر الكوارث، ونظام التحقق من معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، وقدمها أوكال نيكميوغلو. وألقيت تمهيدا لحلقة النقاش [J08](#) المحاضرة التمهيدية [108-723](#) تحت عنوان المعرفة مقابل البيانات، وقدمها ستيفورث راسل. وألقيت تمهيدا لحلقة النقاش [J09](#) المحاضرة [107-529](#) تحت عنوان استخدام البيانات دون السمععية لأغراض الإخطار المبكر للمراكز الاستشارية للرماد البركاني، وقدمها فيليب هيربل، والمحاضرة [109-742](#) مرحبا بالمخاطر: كما نعرفها، أم هل نعرفها حقاً؟، التي قدمتها لوريتا هير-غيرارديت.

ويخلص الفصل 5 أيضا محاضرتين خاصتين حول عصر النشاط البشري ألقينا في ذكرى العالم بول كروتزن (2021-1933)، وهما: [110-749](#) أسباب متعددة لعصر النشاط البشري: مساهمة بول كروتزن في إنقاذ حدود الكوكب، وقدمها هارتموت غراسل، و[110-752](#) عن تساقط النويدات المشعة الاصطناعية: مؤشر على بداية عصر النشاط البشري، وقدمها كولين ووترز. وعلو على ذلك، يتضمن الفصل 5 ملخصات لحلقة النقاش [J11](#) تحت عنوان إبلاغ واضعي السياسات والجمهور بعدم التيقن بين العلماء، وجلسة عن مراكز البيانات الوطنية.

3- العروض الشفوية وعروض المواد البصرية

باستثناء يوم الافتتاح، قُدمت جميع العروض في مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 عبر الإنترنت، إما شفويا أو كعروض مواد بصرية. ووردت ملخصات هذه العروض في الفترة من تشرين الأول/أكتوبر 2020 إلى كانون الثاني/يناير 2021، ووُزع كتاب ملخصات مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 في شكل كتاب إلكتروني قبل وقت قصير من المؤتمر. وقُدمت في المؤتمر نسبة عالية (حوالي 80 في المائة) من الملخصات المقبولة. وقُدمت العروض الشفوية

- [Is3-381](#) - نظام معالجة الموجات دون السمعية في مركز البيانات الدولي، من البدايات إلى النضج، قدمه بييريك ميالي
- [Is4-332](#) - التقدم المحرز في نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي في نظام الأمانة الفنية المؤقتة لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلال العقد الماضي، وخطط المستقبل، قدمته جولانتا كوسميرتشيك-ميتشوليك
- [Is7-604](#) - استعراض وآفاق أساليب فرز النويدات المشعة لتمييز إشارات التفجيرات النووية عن خلفية النشاط الإشعاعي الطبيعي في الغلاف الجوي، قدمه ثيودور بوير
- [105-727](#) - حالة التحضيرات لدعم عمليات التفتيش الموقعي، قدمه بيتر لابلوك
- [Is5-239](#) - وضع أول مسودة لقائمة شاملة بالمعدات التي تستخدم أثناء عمليات التفتيش الموقعي، قدمه غريغور ماليش

وبالإضافة إلى ذلك، ألقى ثلاث محاضرات لإبراز مواضيع الأرض الصلبة وبنيتها، والمحيطات وخصائصها، والغلاف الجوي ودينامياته. وترد، في الفصل 4، ملخصات للمحاضرات التالية:

- [H1-720](#) - تصوير المناطق الداخلية العميقة للأرض باستخدام الموجات الزلزالية، قدمته باربرا رومانوفيتش
- [H2-716](#) - تحسين رصد المحيطات من خلال توسيع الشبكة العالمية لرسم الهزات الأرضية في قاع البحر، قدمه جون أوركوت
- [H3-715](#) - إمكانية التنبؤ بتطور النظام الأرضي والغلاف الجوي: منظور تاريخي وتحديات مستقبلية - الطقس والمناخ ونوعية الهواء، قدمه غاي براسور

ويتناول الفصل 5 حلقات النقاش التقنية التي نظمت بمناسبة الذكرى السنوية الخامسة والعشرين للمعاهدة. وقد بحثت حلقات النقاش التحديات التي تواجه نظام الرصد والطرائق المبتكرة لمواجهة هذه التحديات. ومن بين حلقات النقاش التقنية السبع ما يلي:

- [J03](#) - الدروس المستفادة من تفجيرات التجارب النووية التاريخية وقيمة الإشارات المسجلة لعلوم الرصد
- [J04](#) - الابتكار الذي يؤثر على معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية: نظام الرصد الدولي (أجهزة استشعار نظام الرصد الدولي)
- [J05](#) - الابتكار الذي يؤثر على معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية: تحليل بيانات مركز البيانات الدولي (الاحتياجات والأفكار ومسارات التنفيذ)

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

المحور 5: معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في سياق عالمي	المحور 5-1
العلم في مناقشات السياسات والدروس المستفادة من اتفاقات وترتيبات تحديد الأسلحة الأخرى	المحور 5-2
الخبرة المكتسبة والمساهمات الإضافية المحتملة في قضايا ذات اهتمام عالمي من قبيل الحد من مخاطر الكوارث ودراسات تغير المناخ وأهداف التنمية المستدامة	المحور 5-3
بناء القدرات والتعليم والاتصال والوعي العام	

والفصل 6، بشأن العروض الشفوية وعروض المواد البصرية، هو أكبر فصول التقرير، حيث يضم نحو ثلثي محتواه. وهو منظم وفقا لمحاور المؤتمر. وفي إطار كل محور، تُقدم النقاط البارزة للعروض الشفوية وعروض المواد البصرية، تليها خلاصات لجميع العروض. ويرد عند كل إشارة إلى عرض في قسم النقاط البارزة رابط إلى الملخصات وقاعدة البيانات "إينديكو". وكما ذكرنا سابقا، لا يشار في هذا التقرير إلا إلى العروض التي قُدمت أو التي قُملت الملفات المصاحبة لها إلى قاعدة بيانات إينديكو الخاصة بمؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021.

وكان الموضوع 4-5، بشأن قدرة نظام رصد معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية على الصمود، بما في ذلك الدروس المستفادة من جائحة كوفيد-19، محورا فريدا لمؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021. فقد شكلت الجائحة العالمية التي بدأت في أوائل عام 2020 قدرا كبيرا من الضغط على العديد من النظم، ولم يكن نظام رصد معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (المعاهدة) استثناء في هذا الصدد. وفي الوقت نفسه، أثبتت الأزمة أنها اختبار كبير وقيّم لقدرة عمل جميع النظم على الصمود تحت الضغوط الكبيرة، وخصوصا فيما يتعلق بحالات الإغلاق والقيود المفروضة على السفر. وجرى تناول هذه المسألة في العروض الشفوية وعروض المواد البصرية في إطار الموضوع 4-5، وكذلك في حلقة نقاش مخصصة (J02) ومحدثين خاصين فريدين (M1 وM2)، حيث عُرضت أفكار واردة من المحطات ومراكز البيانات الوطنية والأمانة الفنية المؤقتة. وقد واجه مشغلو المحطات مشاكل لوجستية، وازدياد أوقات شحن قطع الغيار، وقيودا شديدة على السفر، وصعوبات في شحن عينات النويدات المشعة لأغراض ضمان النوعية/مراقبة النوعية، وتأخيرات في المعايير المقررة للمحطات، وعدم استقرار وصلات الاتصالات، وكان الاتصال المستمر، واللياقة التشغيلية، والمرونة في دعم مشغلي المحطات، أمورا أساسية لإدارة الشبكة.

بالبحث الذي عبر الإنترنت أو في شكل ملفات مسجلة مسبقا، وقدمت عروض المواد البصرية عن طريق تحميل عروض فيديو قصيرة وملفات شرائح مصورة، وقدمت أيضا، بالنسبة للمقدمين الذين رغبوا في ذلك، من خلال المشاركة في إحدى مناقشات المائة المستديرة العشر حول المواد البصرية.

وقُدمت العروض الشفوية وعروض المواد البصرية وفقا لمحاور المؤتمر الخمسة:

المحور 1: الأرض كنظام معقد	المحور 1-1
الغلاف الجوي ودينامياته	المحور 1-2
الأرض الصلبة وبنيتها	المحور 1-3
المحيطات وخصائصها	
المحور 2: الأحداث ومواقع التجارب النووية	المحور 2-1
تحديد خصائص الأحداث ذات الصلة بالمعاهدة	المحور 2-2
تحديات التفتيش الموقعي	المحور 2-3
المصادر السيزمية الصوتية في النظرية والتطبيق	المحور 2-4
خلفية وتشتت النويدات المشعة في الغلاف الجوي وتحت سطح الأرض	
البيانات التاريخية المستمدة من رصد التجارب النووية	
المحور 3: تكنولوجيات التحقق وتطبيق تقنياته	المحور 3-1
تصميم نظم الاستشعار وتكنولوجيات الاستشعار المتقدمة	المحور 3-2
المختبرات، بما في ذلك المرافق المتنقلة والميدانية	المحور 3-3
منصات الاستشعار عن بعد والتصوير وامتياز البيانات	المحور 3-4
خوارزميات تحليل البيانات	المحور 3-5
الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي	المحور 3-6
المحور 4: تقييم الأداء وتحسينه	المحور 4-1
تقييم ورصد أداء نظام التحقق بكامله ومكوناته	المحور 4-2
تكنولوجيا المعلومات ونظم الطاقة والتكنولوجيا التمكينية الأخرى	المحور 4-3
استدامة الشبكة	المحور 4-4
قدرة نظام رصد معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية على الصمود، بما في ذلك الدروس المستفادة من جائحة كوفيد-19	المحور 4-5

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

- 12- التفتيش الموقعي
13- التطبيقات المدنية والعلمية

وترد أدناه مقتطفات من الفصل 7 كأثلة على المواد الغنية التي عُرضت في مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021. وهناك مساهمات هامة كثيرة لم تدرج بسبب قيود الحيز في هذه الخلاصة الوافية. ويشجّع القارئ بقوة على الرجوع إلى التقرير الكامل للاستفادة الحقيقية من هذه المجموعة الهامة من العروض.

أجهزة الاستشعار والقياسات

من الضروري أن تظل الأمانة الفنية المؤقتة مواكبة للتطورات الجديدة المتعلقة بجميع أنواع أجهزة الاستشعار، من أجل الحفاظ على مستوى أدائها العالي، وضمان استدامة الشبكة، وحماية وتحسين القدرة على التحقق من الامتثال للمعاهدة. وقد ركزت حلقة النقاش [JO4](#) على الجيل الجديد من أجهزة الاستشعار التي ربما تكون قد أصبحت متاحة بالفعل، بالإضافة إلى الجهود الابتكارية المتعلقة بالتطورات المستقبلية. وكان من بين مواضيع المناقشة شبكات أجهزة الاستشعار دون السمعية، وأجهزة الاستشعار السيزمية الدورانية والاتجاهية المشتركة، ومحطات السماع المائي الصوتية المائية ذات التصميم النماطي، والكابلات وأجهزة الاستشعار المغمورة الخاصة بالرصد العلمي والاتصالات الموثوقة (SMART)، وأجهزة القياس السيزمي ومحطات السماع المائي الموصولة بكابلات الألياف الضوئية، وتحسين المفاهيم الخاصة بمحطات رصد جسيمات النويدات المشعة والجيل التالي من نظم رصد الغازات الخاملة. كما تم تناول أجهزة الاستشعار في إطار الموضوع المخصص 1-3، وكذلك في عروض مقدمة في إطار مواضيع أخرى.

تكنولوجيات النويدات المشعة

حاليا، يوجد معظم أجهزة الاستشعار الجديدة في مجال النويدات المشعة. ويقترب نشر عدد من نظم قياس الزينون من الجيل التالي ذات القدرة المحسنة على الكشف وتخضع حاليا للمعايرة والتحقق من الصلاحية واختبار القبول (مثلا، نظام MIKS ونظام Xenon International). وقد اجتاز نظام عملية القبول بنجاح (SAUNA III و SPALAX NG). وبدأ تشغيل أول نظام SAUNA III في أيلول/سبتمبر 2021، بعد وقت قصير من انعقاد مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021، وخلال مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021، وصفت العروض [02.4-510](#) و [P3.1-512](#) و [P3.2-518](#) العمل المتعلق بنظام SPALAX NG والتطورات المقبلة لنظم الكشف عن الغازات الخاملة. وأبلغ العرض [P3.1-434](#)

4- الصلة بأنشطة المنظمة وعلوم التحقق

يلخص الفصل 7 النقاط البارزة في المؤتمر مع التركيز بوجه خاص على تلك التي يتعلم أن تكون لها صلة محددة بأنشطة المنظمة في المستقبل وبعلم التحقق. وعلى خلاف الفصول السابقة، يجمع الفصل النقاط التي أُثيرت في إطار مختلف المحاور والمواضيع والمحاضرات الملقاة بناء على دعوة وطلقات النقاش. وهو منظم وفقا للموضوع وبنيتة على النحو التالي:

- 1- أجهزة الاستشعار والقياسات
 - تكنولوجيات النويدات المشعة
 - أجهزة الاستشعار السيزمية
 - دون السمعية
 - التكنولوجيات الصوتية المائية
 - المعايرة
- 2- نظم الطاقة، والتعامل مع البيانات، ونظم الاتصالات
- 3- الصيانة
- 4- تقييم الأداء وتحسينه
- 5- قدرة نظام رصد المعاهدة على الصمود: جائزة كوفيد-19
- 6- انتشار الإشارات
- 7- نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي
- 8- خلفية النويدات المشعة
- 9- معالجة إشارات النويدات المشعة
- 10- معالجة البيانات السيزمية والصوتية-المائية ودون السمعية
- 11- البيانات والأحداث التاريخية، وفيزياء الأحداث، وأساليب الفرز
 - البيانات التاريخية عن الأحداث
 - التجارب النووية المعلنة التي نفذتها جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية
 - فيزياء ونمذجة المصادر
 - أساليب الفرز وتحديد بارامترات الأحداث
 - الانفجار الذي وقع في مرفأ بيروت في لبنان (4 آب/أغسطس 2020)
 - النشرات وفهارس الأحداث

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

أجهزة استشعار دوران محمولة مخصصة للتطبيقات السيزمولوجية من أجل تحسين استبانة موثر العزم السيزمي المتجانس اتجاهيا عن طريق تحليل الحركة الأرضية الدورانية. وأحد الأسباب الرئيسية للضوضاء في القياس السيزمي الدقيق الطويل المدة هو تقلب درجة حرارة العناصر الميكانيكية للأجهزة وأجهزة الاستشعار، وللحد من هذه الضوضاء، اقترح العرض [P3.1-393](#) استخدام أجهزة دقيقة صغيرة الحجم لاستشعار درجة الحرارة.

أجهزة الاستشعار دون السمعية

طور في السنوات الأخيرة عدد متزايد من أجهزة الاستشعار دون السمعية المنخفضة التكلفة، وقد ناقش العرض [P3.1-221](#) نشاط الأمانة الفنية المؤقتة الرامي إلى رصد تطوير أجهزة الاستشعار هذه من أجل التعرف على الفرص الجديدة المتاحة لمستقبل نظام الرصد. ووصف العرض [P3.1-618](#) توسيع شبكة الرصد دون السمعي باستخدام راسمات ضغط جوي رقمية دقيقة مزودة بمكثفات وغير مكلفة، وتؤدي إضافة المزيد من أجهزة الاستشعار إلى صفقات الرصد دون السمعي إلى زيادة قدرتها على الاستبانة، مما يسهل الكشف عن الإشارات الضعيفة وتحديد الموجات المتزامنة المتعددة الواردة من اتجاهات مختلفة. وقد أظهر العرض [P3.1-665](#) أنه يمكن تحسين تفاصيل التليلات التي تجربها الصفقات وقدرتها على الاستبانة زيادة كبيرة عن طريق زيادة عدد أجهزة الاستشعار في الصفقة، ووصف العرض [P3.1-520](#) نظاما للحد من ضوضاء الرياح يلبي جميع المتطلبات ويتغلب على جميع القيود الطبولوجية لمحطات الرصد دون السمعي في شبكة نظام الرصد الدولي.

التكنولوجيات الصوتية المائية

لخص العرض [P4.4-276](#) مشاريع نظام الرصد الدولي الجارية بشأن الحلول الخاصة بتحديد الأقسام المتضررة، ودراسات تخفيف المخاطر، وتدابير الحماية، فيما يتعلق بأجهزة الاستشعار دون السمعية ذات المساميع المائية، ووصف العرض [P1.3-270](#) تطوير مفهوم تصميم نمائطي جديد للجيل التالي من محطات السماع المائي يتيح استبدال المكونات المعطوبة في الموقع.

وأكد في حلقة النقاش [J04](#) على الإمكانيات الكبيرة لتكنولوجيات الألياف البصرية، بما في ذلك مقاييس الميل البصرية للآبار الضحلة، وأجهزة استشعار الإجهاد عن طريق الألياف البصرية، والاستشعار الصوتي الموزع. وذكر أنه، على مدى العقد الماضي، طوّرت أساليب تستخدم تقنيات الليزر مع كابلات الاتصالات الموجودة لقياس الإشارات السيزمية والصوتية وإشارات درجة الحرارة بحساسية مذهلة، تصل إلى استبانة مكانية أقل من متر واحد في

عن نتائج اختبار نظام الكشف المحسّن الخاص بالنموذج الأولي لمجمّع نظام MIKS، في حين أبلغ العرضان [P3.1-616](#) و [02.4-138](#) عن المرحلة الأولى من اختبارات قبول نظام Xenon International. وخلال المحاضرة الملقاة بناء على دعوة [104-717](#)، رثي أن من شأن اعتبار الشبكة نظام قياس واحداً أن يتيح المجال للعديد من التحسينات التي لا يزال من الممكن إجراؤها، فيما يتعلق بالقياسات وكذلك تحليل البيانات، وأبلغ في العرض [P3.1-375](#) عن نتائج اختبار أول صفيفة لرصد الزينون المشع في العالم، وتتألف الصفيفة من خمس وحدات من الجهاز SAUNA CUBE، موضوعة على بعد 200-500 كم من بعضها البعض.

والتكنولوجيا المستخدمة لجمع النشاط الإشعاعي الجسيمي راسخة ومتينة، لكن الزيادة الكبيرة في حجم الهواء تتطلب تغييراً في التكنولوجيا. وقد ناقش العرض [P3.1-669](#) دمج جهاز ترسيب كهروستاتيكي في نظام RASA 2.0 الخاص بجمع جسيمات النويدات المشعة، وناقش العرض [P3.1-299](#) دمج جهاز مؤتمت من الجيل التالي لأخذ عينات الهواء في نظام Cinderella G2. وقدم في العرضين [03.1-316](#) و [P3.1-670](#) وصف للعمل المتعلق بالمواد اللازمة لتحسين امتزاز الزينون، مثل مواد الزيوليت المبدّلة المعدن ذات الصلة بأداء الامتصاص والتنقية.

وقدم العرض [P3.1-303](#) وصفاً للتنفيذ الاختباري لنظام كاشف تصادف لقياس عينات الجسيمات في محطة اختبارات المنظمة في فيينا، وقدم في العرض [P3.1-309](#) وصف لكاشف جديد مصنوع من تيلوريد الزنك والكاديوم، وذكر أن قياسات تصادف غاما-غاما من الجيل التالي يمكن أن تؤدي إلى تحسن كبير في الثقة في الكشف عن النويدات المشعة الجسيمية ذات الصلة بأغراض رصد التفجيرات النووية، ووصف العرضان [P3.1-312](#) و [P3.1-187](#) تطوير النماذج الأولية والتجارب، وقران العرض الشفوي [03.2-482](#) أداء نظم مختلفة للكشف عن الزينون ذات استبانة عالية واستبانة منخفضة للكشف عن أشعتي بيتا وغاما، ووصف العرض [P3.1-216](#) تطوير خلية بيتا سيليكونية لاستخدامها كبديل نمائطي محتمل للجيل التالي من نظام Xenon International.

أجهزة الاستشعار السيزمية

تناول عدد قليل من المساهمات التطورات في أجهزة الاستشعار السيزمية المقامة على البر، ونوقشت أجهزة الاستشعار الدورانية الخاصة بالقياس السيزمي في العرض [P3.1-180](#)، الذي ركز على جوانب علم القياس في هذا المجال النامي. ووصف العرض [P3.1-666](#) استخدام غيروسكوب الألياف البصرية لقياس الحركة الأرضية الدورانية. واقترح العرض [P2.1-162](#) استخدام

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

280-3.5 P3 طريقة لمراقبة تغيرات الكسب في أجهزة استشعار بيتا-غاما التي تكشف عن الزينون المشع، ودُكر أنه في حين يمكن استخدام العديد من خطوط أشعة غاما، فإن كاشف بيتا لا يُنتج قمما واضحة. ويعطي استخدام إحصاءات العد المستمدة من خط تشتت كومبتون نتائج موثوقة. وأوضح العرض **485-3.1 P3** القدرة على إنتاج النويدات المشعة الغازية لأغراض ضمان النوعية والمعايرة. ووصف عرض المواد البصرية **196-4.1 P4** كيفية تتبع انجرافات الكسب في أجهزة استشعار أشعة غاما. ووصف العرض **284-1.3 P1** طريقة لتحسين تقدير الموقع النسبي للمساميع المائية التابعة لنظام الرصد الدولي، ويوضح هذا العمل كيف أن معرفة الموقع الدقيق الذي ينشر فيه كل مسماع مائي في ثلاثية وحدات أي محطة سماع مائي تابعة لنظام الرصد الدولي هو أمر ضروري للحصول على الموقع الدقيق لأي حدث عن طريق تقدير السمات العكسي. ورُكز العرض **579-0.3 P1** على اختبار نظام مبتكر لمعايرة أجهزة الاستشعار دون السمع.

نظم الطاقة الكهربائية، ومعالجة البيانات، ونظم الاتصالات

في إطار مهمة تتمثل في الحفاظ على توافر عالي للبيانات في جميع أجزاء شبكة نظام الرصد الدولي، صُمم الجيل التالي من نظم الطاقة الكهربائية من أجل تعزيز قدرة محطات نظام الرصد الدولي على الصمود إزاء الأعطال الكارثية. وقد وصف العرض **266-4.3 O4** خمسة نماذج أولية موحدة لنظام طاقة كهربائية لنظام الرصد الدولي، تم تطويرها واعتمادها وإخضاعها لاختبار قبول دقيق من قبل المصنّع. وتخضع النظم الجديدة حاليا لاختبارات طويلة الأمد في الظروف الميدانية. ووصف العرض **514-4.3 O4** نظاما نمائيا لإمدادات الطاقة الكهربائية مكيفا ليناسب شبكة نظام الرصد الدولي. ودُكر أن جميع نظم الطاقة هذه مزودة بنظام تكنولوجيا معلومات خاص بها يبين صلاحية المعدات للتشغيل ويسمح بالمراقبة المستمرة. ووصف العرض **329-4.3 P4** حلا لإمداد الطاقة الكهربائية المستمر لمحطة سيزيمية. ووصف العرض **653-4.3 P4** نموذجا لدمج نظام ذي طاقة أقوى لتوليد الطاقة الكهربائية لمحطات نظام الرصد الدولي.

وقد ازدادت الحوسبة السحابية كثيرا على مدى السنوات القليلة الماضية. ويمكن أن يؤدي استخدام "حزمة برامجيات مراكز البيانات الوطنية" (NDC in a box) على المنصات السحابية إلى توسيع قدرات مراكز البيانات الوطنية وزيادة استخدام تلك المراكز لبيانات نظام الرصد الدولي من خلال استخدام الموارد السحابية لأداء التحليل وإجراء عمليات سحب البيانات، ومن ثم تقليل عرض النطاق الترددي المحلي ومشاكل البنية التحتية (**167-4.3 O4**).

بعض الحالات، وبكابلات يزيد طولها عن 100 كم في حالات أخرى. وناقش العرض **384-0.3 P1** إمكانية إدماج أجهزة الاستشعار الموزعة التي تستخدم الألياف البصرية في النظم الصوتية المائية لنظام الرصد الدولي. وقدم العرض **705-0.1 P3** تحديثا عن كابلات الرصد العلمي والاتصالات الموثوقة (SMART) المغمورة في البحر لرصد المحيطات والأرض على نطاق الكوكب. وقران العرض **293-3.1 P3** الملاحظات التي أجريت بواسطة نظام الاستشعار الصوتي الموزع باستخدام كابل بحري مصنوع من الألياف البصرية بالبيانات الواردة من المساميع المائية الموجودة في نفس الموقع.

المعايرة

موضوع المعايرة مشترك بين جميع التكنولوجيات. وهو مهم بصفة خاصة في أي نظام عالمي للرصد، حيث تُجمع المساهمات من أجهزة استشعار موزعة على نطاق واسع وتدمج معا للوصول إلى استنتاجات بشأن الأحداث. وقد أبرزت مسائل المعايرة في طرفة النقاش **104 J0**، التي أشارت إلى أهمية إمكانية التتبع من خلال تسلسل المعايرة الهرمي الوطني، وضمان النوعية، والرصد عن طريق قياسات المقارنة. وقدم اقتراح بترقية إمكانية التتبع لأجهزة الاستشعار التابعة لنظام الرصد الدولي إلى استخدام النظام الدولي للوحدات وإلى استخدام المعايير المعترف بها دوليا. ووصف العرض **213-4.1 O4** الجهود التي تبذلها دوائر علم القياس لتحسين معايير القياس التي تستند إليها نوعية البيانات في أنشطة رصد الامتثال للمعاهدة. ويهدف ذلك إلى فز زيادة الاتصال بأصحاب المصلحة المعنيين، بهدف وضع معايير قياس أولية. وسيعالج المشروع الموصوف أيضا للاحتياجات إلى أجهزة استشعار مرجعية تربط قدرات المعايرة المختبرية بالاحتياجات الميدانية إلى إمكانية تتبع القياسات.

ووصف العرض **243-3.1 P3** تطبيقا على الإنترنت تم تطويره في الأمانة الفنية المؤقتة لمعايرة النظم الجيوفيزيائية، وهو قابل للتطبيق على جميع تكنولوجيات الشكل الموجي في نظام الرصد الدولي. ووصف العرض **467-0.3 P1** نظام معايرة خارجية شارف تطويره على الاكتمال. ودُكر أن الحزمة المدمجة المؤلفة من جهاز الاستشعار دون السمع وجهاز المعايرة الخارجية تعمل كجهاز استشعار يعاير نفسه ذاتيا. ووصف العرض **336-4.1 P4** نظاما يوئد معلومات شاملة عن الشبكة يسترشد به في المراحل الأولية من جهود ضمان النوعية. وأجرى العرض **631-1.2 P1** تقديرا لحدوث الفترات الزمنية المشبوهة للأجهزة. وناقش العرض **250-3.5 P3** أدوات التحقق الأوتوماتي من نوعية ملفات المعايرة لمحطات رصد جسيمات النويدات المشعة. وبحث العرض **234-3.5 P3** قياسات مراقبة النوعية التي تجرى لرصد ومعالجة انجرافات الكسب في أجهزة الكشف النووية عن الزينون المشع باستخدام مصدر سيزيوم-137. ووصف العرض

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

ويتواصل العمل بشأن الصيانة التنبؤية والقدرة على مراقبة صلاحية المعدات للتشغيل (P4.4-152 و O4.4-209 و P4.4-382)، بهدف الكشف عن أعطال المكونات وتطوير تقنيات الصيانة الوقائية لمعدات الرصد الدولي. ويهدف هذا العمل الجاري إلى تطوير نماذج لفهم بيانات واتجاهات صلاحية المعدات للتشغيل، بالإضافة إلى خوارزميات لدمج المراقبة التنبؤية في تحليل بيانات صلاحية المعدات للتشغيل. وأبلغ العرضان O4.4-135 و P4.4-134 عن تشغيل محطة سيزمية مؤقتة تابعة لنظام الرصد الدولي أثناء عملية الترقية الرئيسية لصفيفة سيزمية. وأثبتت الصفيفة المؤقتة أنها استثمار قيم، إذ لم يتأثر الرصد السيزمي إلا بشكل طفيف أثناء عملية الترقية وكانت تكلفة الصفيفة معقولة.

تقييم الأداء وتحسينه

ينطوي تشغيل شبكة عالمية من نظم الرصد واستدامتها على تحديات كبيرة. فعمليات الحصول على البيانات المستمرة والمجزأة وإعادة توجيهها في الزمن شبه الحقيقي ومعالجة البيانات وتحويلها لاحقاً يجب أن تفي بالمتطلبات الصارمة لتوافر البيانات التشغيلية ونوعيتها وحسن توقيتها وأن تحافظ على الوفاء بتلك المتطلبات. ويعتمد الأداء اعتماداً حاسماً على التكنولوجيات التمكينية، مثل تكنولوجيا المعلومات ونظم الطاقة الكهربائية. وينطوي تقييم نظام التحقق من الامتثال للمعاهدة وتحسين أدائه على عوامل من قبيل إدخال تحسينات على الكفاءة والفعالية من حيث التكلفة، والموثوقية، والأمن. وقد ركزت العروض المقدمة في إطار الموضوع 1-4 على تقييم الأداء والنمذجة، لكن هذا الموضوع عولج أيضاً في غير هذه العروض في جلسات وطلاقات نقاش ومحاضرات ملقاة بناء على دعوة. وقد أوجدت جائحة كوفيد-19 تحديات لنظام الرصد لم يسبق لها مثيل. وعلى الرغم من الجائحة العالمية، كان متوسط توافر البيانات عبر جميع التقنيات عالية جداً في الفترة 2020-2021.

ووصف العرض P4.3-334 برامج تشكيل جديدة تم تطويرها من أجل الواجهة البيئية القياسية للمحطات، وتتسم الممارسات الجيدة لإدارة قواعد البيانات بالأهمية لضمان إصدار المنتجات في الوقت الحقيقي، مع حماية البيانات وإتاحتها في قاعدة البيانات الرئيسية والخواديم والنسخ الاحتياطية. وتجنب حركة المرور غير الضرورية التي تثقل كاهل الشبكة (P4.3-066) و (P4.3-140). وقدم العرض P4.3-570 لمحة عامة عن الكيفية التي يمكن بها استخدام المعلومات المستمدة من نظام إدارة الشبكة لتحليل حالات انقطاع نقل البيانات، من أجل تحديد السبب الجذري للانقطاع واستبانة التحسينات اللازمة في البنية التحتية. وناقش العرض P4.3-558 التحديات التي تواجه في استخدام وصلات الترددات الراديوية للاتصالات داخل الموقع في محطات الشكل الموجي التابعة لنظام الرصد الدولي.

ووصف العرض P4.3-414 التغييرات الرئيسية في تصميم نظام اتصالات الخبراء. وهذا النظام هو تطبيق آمن يمكن الوصول إليه عبر الإنترنت ويتيح للمستعملين المسجلين المنتمين إلى الدول الموقعة والأمانة الفنية المؤقتة الوصول إلى الوثائق الرسمية للمنظمة ومواد أخرى. ووصف العرض P4.3-445 مشروعاً لإنشاء نطاق بريد إلكتروني جديد لبيانات التحقق على بنية تحتية منفصلة. وقد اختير النطاق ctbt.int@ لنظم التحقق.

الصيانة

على الرغم من جائحة كوفيد-19، كان متوسط توافر البيانات عبر جميع التقنيات عالية جداً في الفترة 2020-2021. وتشمل التحديات المستقبلية قدم شبكة نظام الرصد الدولي، ومواصلة استكمال وتوسيع شبكة المحطات المعتمدة في ظل ثبات ميزانية الصيانة وعدم زيادة عدد الموظفين. وقد نفذت وحدة الصيانة التابعة لنظام الرصد الدولي عدة أساليب لتحسين توافر البيانات (P4.4-528). وتشمل تلك الأساليب التوحيد القياسي للمعدات، وإدخال تحسينات على البنية التحتية، وتحسين تأمين قطع غيار المعدات، وتحسين التدريب التقني العملي، وتحسين التوثيق، وتنفيذ الشحن الآمن لمكاشيف الجرمانيوم الفائق النقاوة.

واستدامة الشبكة الصوتية المائية القائمة على المساميع المائية والتابعة لنظام الرصد الدولي أمر صعب للغاية. وقد لخص العرض P4.4-276 المشاريع الجارية لاستدامة نظام الرصد الدولي من خلال الحلول الخاصة بتجديد الأقسام المتضررة، ودراسات تخفيف المخاطر، وتدابير الحماية. وجرى وصف حلول تصميم نمائطي مبتكرة من أجل تسهيل إصلاح المكونات تحت الماء وتعزيز صمودها، إلى جانب تدابير حماية المعدات الإلكترونية المقامة في البر.

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

قدرة نظام رصد الامتثال للمعاهدة على الصمود: جائحة كوفيد-19

وفرت جائحة كوفيد-19 لمشغلي المحطات والشبكات وكذلك للعاملين في الأمانة الفنية المؤقتة فرصة لاختبار استعدادهم للتعامل مع الحدود والقيود المتعلقة بالشبكة. وتم تعلم دروس كثيرة، كما تم تنفيذ العديد من الحلول، أو يجري تنفيذها، نتيجة للأزمة. ومن بين الدروس العديدة المستفادة، تُدد على النقاط التالية:

- أثبت تشغيل الشبكات عن بعد أنه قابل للتطبيق بل يمكن أن يتسم بالكفاءة. غير أن الدعم المحلي الجيد ضروري لصيانة المحطات.
- تحسين قدرات الصيانة واستكشاف الأخطاء وإصلاحها عن بعد أمر بالغ الأهمية لتشغيل المحطات وصيانتها بكفاءة.
- الدعم المحلي للمحطات بالغ الأهمية لاستكشاف الأخطاء وإصلاحها وإجراء الإصلاحات. والتدريب الجيد لموظفي الدعم المحليين أمر أساسي ويقلل كثيرا من الاحتياجات إلى السفر.
- من الأهمية بمكان استحداث وتنفيذ وسائل موثوقة للتواصل مع المشغلين المحليين/مشغلي المحطات وجميع الأطراف المشاركة في تشغيل المحطات وصيانتها. وقد ثبت أن من المفيد اتباع نهج أكثر مرونة بشأن الاتصال على قنوات مختلفة.
- تحتاج المحطات الصامدة إلى المتانة، بما في ذلك وجود أجهزة استشعار عالية النوعية، وقدرات محلية لتخزين البيانات، وحد أدنى من متطلبات الطاقة الكهربائية.
- تشكل الخدمات اللوجستية الجيدة الخاصة بقطع الغيار أساس الصيانة الكفؤة، وخصوصا عندما تحدث الأعطال. ويشمل ذلك المستودعات الاحتياطية عن بعد، والمكونات القابلة للتبديل أثناء التشغيل، والاختبار المسبق الدقيق لقطع الغيار.
- تقلل زيارات الصيانة الوقائية والتشغيل الإقليمي (على سبيل المثال في المناطق ذات الظروف المناخية الشديدة) من زمن التوقف عن العمل وفقدان توافر البيانات.
- يمكن استخدام مقاطع الفيديو الخاصة بالتدريب عن بعد والتعلم الإلكتروني واستكشاف الأخطاء وإصلاحها للتغلب على قيود السفر.

وعلق المتحدثون في حلقة النقاش [J04](#) والمحاورة الملقاة بناء على دعوة [104-717](#) على ما للصفائف وزيادة عدد أجهزة الاستشعار من فوائد. وفيما يتعلق بأجهزة الاستشعار دون السمعية، ذُكر خلال حلقة النقاش أن تطوير أجهزة استشعار منخفضة التكلفة/منخفضة استهلاك الطاقة الكهربائية يمكن أن يساعد على تنفيذ صفائف تحل محل أجهزة الاستشعار المنفردة، وأوصي أيضا بزيادة استخدام المحطات المساعدة، وخلال المحاضرة الملقاة بناء على دعوة، أشير إلى أنه يتعين زيادة نطاق تغطية كشف الشبكة عن الزينون، نظرا لِقصر الأعمار النصفية للنظائر ذات الصلة. واقترح في حلقة النقاش [J04](#) أن ينظر مؤتمر الدول الأطراف، بعد بدء نفاذ المعاهدة، في زيادة عدد نظم الغازات الخاملة من 40 إلى 80 نظاما، الأمر الذي من شأنه أن يحسّن كثيرا القدرة على التحقق من الامتثال للمعاهدة.

ووصفت في العرض [P4.1-324](#) حالة مشروع إعادة هندسة نظام الرصد السيزمي والصوتي-المائي ودون السمعي في مركز البيانات الدولي. وذُكر أن الهدف من هذا المشروع هو إيجاد برامجيات عصرية مفتوحة المصدر لمعالجة بيانات الرصد السيزمي والصوتي-المائي ودون السمعي، مع تحسين قابلية النظام للصيانة وقابليته للتوسعة. وشدد العرض [P4.1-113](#) على الحاجة إلى تحديث دليل المستعملين المتعلق بمعالجة مركز البيانات الدولي لبيانات الرصد السيزمي والصوتي-المائي ودون السمعي، الذي كتب في عام 2002. وقُدّم في العرض [04.1-624](#) نهج مبتكر لحساب خصائص المصدر للأحداث دون السمعية، وذُكر أن تحديد أماكن الأحداث يتم من خلال الجمع بين الاستدلال البايزي المعتاد وأخذ العينات عن طريق نموذج فوقي. ووصف العرض [04.1-519](#) طريقة احتمالية مؤتمتة بالكامل لحساب التوزيع الأمثل للمحطات داخل شبكة سيزمية دائمة أو مؤقتة. واستخدم العرض [P4.1-339](#) بيانات عن تفجيرات صغيرة نسبيا لتقييم دقة تحديد الموقع والحجم المقدّر للأحداث التي سجلتها شبكة نظام الرصد الدولي. ووصف العرض [04.1-121](#) منهجية "محاكي التدريب الميداني الإشعاعي" (RaFTS)، وهي منهجية مبتكرة قائمة على حقن الإشارات. وسلط العرض [P3.1-115](#) الضوء على أداء عملية ترقية رئيسية لصفيحة رصد دون سمعي في مكان ناء ذي ظروف مناخية قاسية.

وتمثل التمارين الخاصة باستعداد مراكز البيانات الوطنية فرصة كبيرة لكي تجري تلك المراكز تمارين تستند إلى دراسة سيناريو للكشف عن التفجيرات النووية في إطار رصد الامتثال للمعاهدة. وقد وصف العرض [04.1-636](#) بالتفصيل سيناريو التمرين الخاص باستعداد مراكز البيانات الوطنية الذي أجري في عام 2019. ووصف اثنان من مراكز البيانات الوطنية دراستيهما في العرضين [P4.1-365](#) و [P4.1-613](#). وقد تأخرت عملية التمرين الخاص باستعداد مراكز البيانات الوطنية لعام 2019 بسبب تأجيل اجتماعات الحضور الشخصي لمراكز البيانات الوطنية في عامي 2020 و2021.

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

انتشار الإشارات

يمثل تحسين فهم وسائط انتشار جميع الإشارات ذات الصلة أمرا بالغ الأهمية لنظام الرصد. وتحدّد وسيطة الانتشار - الأرض للإشارات السيزمية، والغلاف الجوي للموجات دون السمعية والنويدات المشعة، والمحيط للإشارات الصوتية المائية - توقيت وصول الإشارة إلى أجهزة الاستشعار، وتؤثر على قوة الإشارة، وبالنسبة للأشكال الموجية، تؤثر على شكل الإشارة من خلال التشتت. وقد أقيمت ثلاث محاضرات لإبراز مواضيع معينة في مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021، حول خصائص الأرض (H1-720)، والغلاف الجوي (H3-715)، والمحيطات (H2-716).

وتعوّّل معظم وكالات الرصد على نماذج أحادية البعد للأرض تتسم بالسرعة وتعتمد على المسافة من أجل حساب مواقع الأحداث السيزمية بسرعة وفي الزمن شبه الحقيقي. وتتعرف حزمة برامجيات زمن الانتقال السيزمي الإقليمي (RSTT)، التي وصفت في العرض P1.2-120، على ما للبيئة ثلاثية الأبعاد لقشرة الأرض ووشاحها العلوي من آثار رئيسية على زمن الانتقال السيزمي الإقليمي، مع إتاحة وتيرة تنبؤ سريعة (بالملي ثانية). وكان لمركز البيانات الدولي والعديد من مراكز البيانات الوطنية نشاط كبير للغاية في اختبار حزمة برامجيات زمن الانتقال السيزمي الإقليمي، وقدمت مساهمات قوية أدت إلى تحسينات كبيرة، لا سيما في نموذج عدم التيقن (J05). وتتيح التحسينات التي أدخلت على نموذج زمن الانتقال السيزمي الإقليمي تقديرا أفضل لزمن انتقال الإشارات الإقليمية.

والتعلم الآلي يحاكي حسابات زمن الانتقال بكفاءة، فيتيح بذلك إمكانية استخدام أحدث نماذج الأرض في النظام التشغيلي (03.6-118). واقترح العرض 03.5-119 أساليب متسقة لمقارنة دقة التحديد السيزمي للمواقع، لنماذج السرعة الثنائية الأبعاد والثلاثية الأبعاد التي تم تطويرها باستخدام مختلف بارامترات الانعكاس وخوارزميات تتبع الأشعة. وطل العرض P1.2-369 الفرق بين سرعة موجات رايلي وموجات لوف لتحديد تباين الخواص الاتجاهي. وطل العرضان 01.2-165 و01.2-412 بيانات موجات الضغط من أجل تحسين نماذج السرعة في الشرق الأوسط. وقدمت في العروض P2.5-086 و P2.5-092 و05.3-072 أمثلة أخرى على الاستخدام الإقليمي لحزمة برامجيات زمن الانتقال السيزمي الإقليمي. وفي العرض P1.2-041، بني نموذج للغلاف الصخري للأرض يحدد سرعة الموجة المستعرضة على نطاق قاري استنادا إلى التحليل المشترك للضوضاء السيزمية المحيطة وبيانات الزلازل. وقدم العرض P1.2-369 النتائج المستمدة من حفر صخور القشرة الأرضية وإجراء دراسات سيزمية نشطة.

وأوضحت المحاضرة الملقاة بناء على دعوة 103-714 أن تصنيف الإشارات دون السمعية وتحديد مواقع الأحداث بدقة أمر معقد بسبب عدم تجانس الغلاف الجوي وتطوره المستمر، والظروف البيئية المتغيرة للغاية في مواقع التسجيل. وذكر أن تقلب الغلاف الجوي الأوسط يتسم بأهمية بالغة. وقد أظهرت عمليات المراقبة الطويلة الأجل وجود تغيرات في المعرفة في نماذج الغلاف الجوي. ويمكن أن تتسبب أحداث الضوضاء في الغلاف الجوي في الكشف الزائف عن الأحداث. وقد قدم العرض P1.1-627 إطارا هجيناً لاشتقاق نماذج الاحتمالات المسبقة من نمذجة الشكل الموجي.

وناقش العرض P1.3-490 حسابات الانتشار ثلاثي الأبعاد للإشارات الصوتية المحيطية لمحيط طبقي. واستخدم العرض P1.3-526 طريقة دمج نسق التذبذب العادي مع معادلة القطع المكافئ من أجل إجراء نمذجة انتشار الإشارات الصوتية المحيطية. وأبرز العرض P1.3-408 الحاجة إلى الوعي بالتغيرات المحلية والزمنية المحتملة في سرعة الصوت في المحيطات، التي يمكن أن تؤثر على الانتشار الصوتي المتوسط التردد إلى العالي التردد.

نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي

يشكل الغلاف الجوي تحديا خاصا بسبب دينامياته وتقلباته. ونمذجة الانتقال في الغلاف الجوي ضرورية للتوصل إلى صلة بين أي حدث سيزمي وسلسلة من حالات الكشف عن النويدات المشعة. وقد شرح العرض Is4-332 تنفيذ نظام لنمذجة الانتقال في الغلاف الجوي. ويستند النظام التشغيلي الحالي لنمذجة الانتقال في الغلاف الجوي إلى نموذج فليكسبارت (FLEXPART)، الذي هو نموذج لاغرانجي لتشتت الجسيمات، ويستخدم بيانات الأرصاد الجوية العالمية. والمحاكاة العكسية هي الطريقة المفضلة إذا كان المصدر غير معروف. وفي الحالات الخاصة التي يكون فيها موقع المصدر معروفا، تجرى النمذجة الأمامية. ويفضل تحسين نموذج فليكسبارت، وخواديم نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي الجديدة التي اشترت في عام 2019، يمكن الآن إكمال أي عملية محاكاة في غضون أربع ساعات. ووصفت العروض Is4-332 و02.4-056 و P2.4-637 الجهود المبذولة في إطار التحدي الثالث لنمذجة الانتقال في الغلاف الجوي، وهو تمرين دولي أطلق في تشرين الثاني/نوفمبر 2019 ويهدف إلى فهم خلفية الزينون المشع. ومن الصعب للغاية تطبيق نماذج الغلاف الجوي بدقة مجهرية على التضاريس المعقدة. وقد ناقش العرضان 01.1-596 و P1.1-650 التجارب الميدانية الرامية إلى تقييم أداء النماذج. ونوقشت الاختلافات بين الحساسيات الأمامية والخلفية.

to read the full report

خلفية النويدات المشعة

من الأهمية بمكان أن يتسنى تمييز إشارات التفجيرات النووية عما يوجد في الغلاف الجوي من نشاط إشعاعي طبيعي المنشأ ونشاط إشعاعي ناتج عن نشاط بشري. وقد تبين أن الخلفية العالمية لنظائر الزينون أعلى مما كان متوقعا لها عندما صيغت المعاهدة قبل 25 عاما، ويرجع ذلك أساسا إلى انبعاثات الزينون الصادرة من إنتاج النظائر الطبية، وأكبر مشكلة تتعلق بتمييز إشارات التفجيرات النووية عن خلفية النشاط الإشعاعي الطبيعي في الغلاف الجوي هي التباين الكبير للخلفية في الزمان والموقع (Is7-604). وقد يُثبت استخدام البيانات التي تُجمع في مرافق معروفة فائدته في إزالة تأثير هذه المصادر.

وفي حين أن نسب النظائر في الخلفية تختلف عموما عن تلك المرتبطة بالتفجير النووي، لا تزال هناك أوجه عدم تيقن في تفسير قياسات نظام الرصد الدولي. ومن شأن القدرة على تحديد مصدر انبعاثات الزينون المدنية أن تزيد من متانة التحقق. وقد وصف العرضان [P2.4-211](#) و [P2.4-078](#) شبكة (STAX) (تطليل حد الإفلات للزينون)، وهي شبكة تجريبية من أجهزة الاستشعار ترمي إلى الكشف عن انبعاثات نظائر الزينون الصادرة عن مرافق إنتاج النظائر الطبية وغيرها من المرافق النووية وقياسها كميًا. ووصف العرض [P2.4-206](#) قياسات ترمي إلى تحسين تحديد خصائص انبعاثات النويدات المشعة الصادرة عن مفاعلات قوى نووية. وأبلغ في العرض [02.4-138](#) عن الملاحظات الأولى للنويدات المشعة زينون-125 وزينون-127 وزينون-129m في البيئة، وبالمثل، بحث العرض [P2.4-607](#) الزينون المشع الناتج عن مصادر تنشيط من قبيل مفاعل أو مصدر نيوتروني قوي يعمل بالتنشيط. وتقدم دراسات الحالة التي أجريت أدلة على أن المصدر النيوتروني الذي يعمل بالتنشيط يمكن أن يفسر الملاحظات الماضية للزينون-133 والزينون-135. ووصف العرض [02.4-510](#) تحليلات حالات الكشف عن الزينون المشع التي لاحظها الجيل الجديد من نظام سبالاكس (SPALAX-NG) بالقرب من باريس في عام 2019. وقد أتاحت حساسية هذا النظام العالية عددا كبيرا من حالات الكشف عن نظائر متعددة، شملت الزينون-133 والزينون-135 والزينون-131m. وأظهرت نتائج نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي أن حالات الكشف الملاحظة جاءت من مصدر الانبعاثات الرئيسي الموجود في فلوريس بيلجيكا، ولكن أيضا من جهة محلية تنتج العناصر المشعة للأغراض الطبية. ووصف العرض [02.4-709](#) طريقتين إحصائيتين: إحداهما بارامترية والأخرى غير بارامترية، أتاحتا عند تطبيقهما على قياسات تركيز نشاط الزينون-133 تحسين فهم الخلفية الجوية والقيم الشاذة. وقدمت العروض [02.4-406](#) و [02.4-260](#) و [P2.4-261](#) أمثلة على تطبيق هاتين الطريقتين الإحصائيتين.

معالجة إشارات النويدات المشعة

تشكل عمليات رصد النويدات المشعة التي يقوم بها نظام الرصد الدولي جزءا هاما من نظام التحقق من الامتثال للمعاهدة، لأنها تتيح التمييز بين التفجيرات التقليدية والتفجيرات النووية. وفي حلقة النقاش [J05](#)، لاحظ أعضاء فريق المناقشة أن التقدم المحرز في معالجة النويدات المشعة كان كبيرا جدا. وذكر أن من الممكن الآن استخدام حالات الكشف وحالات عدم الكشف على حد سواء لإعداد توزيعات احتمالية لموقع الإطلاق الأصلي وحساب وقت الإطلاق وحجمه. وُددت أربعة تحديات رئيسية هي: (1) كيف ندمج قياسات الزينون وقياسات الأهباء الجوية؟ (2) كيف نأخذ في الحسبان خلفية النويدات المشعة؟ (3) كيف نستخدم النسب النظرية كأداة للفرز؟ (4) كيف يمكننا أن نولد أوتوماتيا قائمة بالقياسات المرتبطة، أي ما يعادل ارتباط الشكل الموجي؟

وأكبر مشكلة تتعلق بتمييز إشارات التفجيرات النووية عن خلفية النشاط الإشعاعي الطبيعي في الغلاف الجوي هي التباين الكبير للخلفية في الزمان والموقع (Is7-604). فإطلاق الزينون المشع الناتج عن التنشيط يمكن في بعض الأحيان أن يشوش على تطليل طيف إشعاعات بيتا وغاما للزينون المشع. وقد استخدم العرض [03.5-456](#) عمليات محاكاة لاختبار فرضية أنه يمكن استعمال نسب النشاط النظيري كوسيلة تمييز للتنشيط أو الانشطار. والأرغون-37 مؤشر مهم على حدوث انفجار نووي في باطن الأرض. وقد وصف العرض [P3.5-483](#) طريقة لتقدير انبعاثات الأرغون-37 الصادرة عن مفاعلات البحوث النووية تستخدم بدلا مناسبًا، مثل الأرغون-41، تتوفر بشأنه بيانات عن انبعاثات المداخن.

وقدم العرضان [P3.5-507](#) و [03.5-573](#) لمحة عامة عن أساليب تحليل النويدات المشعة في مركز البيانات الدولي. وتشمل التحسينات المحتملة للأساليب الحالية عمليات تحليل الانحدار التحسينية للأطياف القياسية، والمواءمة الثلاثية الأبعاد وعمليات العد الإجمالي، والتعلم الآلي. واقترح العرض [P3.5-610](#) مشاريع علمية لمواصلة تطوير أساليب لربط عينات متعددة بنفس حدث إطلاق النويدات المشعة وللتبعية إلى مصادر معروفة. واقترح العرضان [03.6-225](#) و [P3.6-509](#) نموذجا لتصنيف أطيف الزينون المشع عن طريق تطليل تصادف أشعة بيتا وأشعة غاما بأسلوب التعلم العميق (تقنية الشبكات العصبية الالتفافية (CNN) من أجل الفرز المسبق للعينات ذات الصلة بالمعاهدة. وطبق العرض [P3.6-516](#) الكشف الأوتوماتي عن النويدات المشعة باستخدام الشبكات العصبية العميقة على بيانات كاشف أشعة غاما. ووصف العرض [P3.5-245](#) تطوير عملية مؤتمتة لدمج تدفقات بيانات النويدات المشعة وتدفقات بيانات نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي توّفر

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

نظام الرصد الدولي وأرشفتها ومعالجتها وتخليتها. وقد أوضح العرض [P3.5-584](#) كيف تم دمج كاشف F المعمّم (Gen-F) في إطار الكشف القائم على برامجية "الكشف واستخراج السمات" (DFX)، الموجود أصلاً والخاص بمراكز البيانات الوطنية، وقدم العرض [P4.1-294](#) نتائج اختبار الإصدار الأخير، الذي يحتوي على رابط لنت فيزا مع برامجية SeisComP3.

وأشارت المحاضرة [I01-722](#) إلى تحول مهم في تحليل البيانات، وهو الانتقال من استخدام أوقات الوصول إلى الاستغلال الكامل للشكل الموجي، واستخدام العرض [03.5-398](#) الارتباط المتبادل للكشف عن موجات وA من أجل العثور على الأحداث السيزمية الجديدة وتحديد مواقعها بمساعدة شبكة سيزمية مؤقتة متفرقة. ووصف العرض [Is1-353](#) تطبيقات جديدة محتملة لتحليل الخبراء التقني. وصمّم العرض [P3.5-194](#) أداة شبه أوتوماتية لتقدير الأعماق للأحداث التي يقل عمقها عن 3 كم. واقترح العرض [01.2-277](#) طريقتين تكمّل كل منهما الأخرى لتحسين النسب بين الإشارة والضوضاء وللتحديد الأوتوماتي لأطوار العمق المتسقة. وتعتمد "أداة الفحص العشوائي" ([P3.5-355](#) و [P3.5-354](#)) على الارتباط المتبادل للشكل الموجي، وتستخدم معلومات مستمدة من الأحداث التاريخية الواردة في نشرات الأحداث المنقحة. وحاول العرض [P3.5-183](#) تحسين فعالية عمليات الكشف عن الارتباط المتبادل للشكل الموجي باستخدام البيانات الفوقية للأحداث النموذجية وتحليل الشبكات للمحطات الداعمة. وأداة معايرة الموجات الذيلية (CCT)، المتاحة مجاناً، هي منصة سريعة وسهلة قائمة على برامجيات جافا ([P3.5-453](#))، وهي أقل تفاوتاً بثلاث إلى أربع مرات من التقديرات المباشرة التقليدية للموجات.

ويمكن أن يساعد التعرف الأوتوماتي على الأحداث السيزمية المتكررة، مثل الهزات الارتدادية وانفجارات الألغام، على تحسين نوعية النشرات الأوتوماتية وتقليل عبء عمل المحللين ([P2.3-356](#)). ويمكن لأداة الشبكة العصبية العميقة (ArrNet [P3.6-707](#)) تحسين المعلومات الواردة التي يتم اختيارها أوتوماتياً تحسيناً موثقاً وتحسين نوعية قوائم الأحداث التي يتم إنشاؤها أوتوماتياً وبذلك تقليل وقت المراجعة التفاعلية.

وعلى خلاف محطات الصفائف، يمكن أن يكون تقدير السمات العكسي للمحطات الثلاثية المكونات غير مستقر ([Is6-454](#)). وشبكة ([P3.6-706](#)) هي شبكة عصبية عميقة تنتج تنبؤات السمات من محطة واحدة، مصحوبة بمقياس لعدم التيقن. وقد دعا العرض [03.5-462](#) إلى استغلال جميع المكونات الثلاثة للصفائف السيزمية ذات المكونات الثلاثة الكاملة من أجل الاستفادة من تناسق المكونات الأفقية. وفي حين أن كل معلومة مفيدة للتحقق، فإنه يمكن تعزيز الفائدة الكاملة للقياسات المتعددة التكنولوجيات

أيضاً فرائط افتراضية تفاعلية من أجل الاستخراج السريع للبيانات، ووصف العرض [P3.5-026](#) طريقة لتصنيف أطياف النويدات المشعة للجسيمات على أنها "طبيعية على الأرجح" أو "تتطلب تدقيقاً" من دون أي معرفة بعلم النويدات المشعة.

معالجة البيانات السيزمية والصوتية-المائية ودون السمعية

نوقش موضوع تحليل البيانات (بما في ذلك الذكاء الاصطناعي وأساليب التعلم الآلي) في الخطاب الرئيسي المقدم في اليوم الافتتاحي ([G3](#)). وفي طلقتي نقاش ([J05](#) و [J08](#))، وعدد من المحاضرات الملقاة بناء على دعوة ([I01-722](#)) و [I08-723](#) و [Is1-353](#) و [Is6-454](#))، والعديد من العروض الشفوية وعروض المواد البصرية، لا سيما في إطار الموضوعين 3-5 و 3-6. وركزت المناقشات والعروض على استخدام التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي، وأدوات التحليل، والانتقال من بارامترات وقت الوصول إلى التحليل الكامل للشكل الموجي، وتحسين فهم أوجه عدم التيقن، وتطبيقات دمج البيانات، والأطر النظرية والأساليب الجديدة المرتبطة.

ونموذج نت فيزا (NET-VISA) (برامجية التحليل السيزمي المتكامل عمودياً بواسطة المعالجة الشبكية للبيانات) هو نموذج توليدي قائم على الفيزياء لعلم الزلازل على نطاق عالمي، أصبح مؤخرًا جزءاً من برامجيات مركز البيانات الدولي التشغيلية. وقد نوقشت فوائد نموذج نت فيزا في محاضرتين أقيمتا بناء على دعوة ([I08-723](#) و [Is6-454](#))، وفي العرض الشفوي ([03.6-400](#)) وعروض المواد البصرية ([P1.1-158](#) و [P3.6-651](#) و [P4.1-294](#) و [P4.1-330](#)). وكان نموذج نت فيزا قد أُنشئ في بدايته لربط الأحداث السيزمية، لكنه يدعم الآن أيضاً بيانات الأحداث الصوتية المائية ([Is2-283](#)) ودون السمعية ([Is3-381](#) و [P1.1-158](#)). ومن المتوقع أن يصبح النموذج نت فيزا الأداة المفترضة لربط الأطوار. وهناك تطور جديد هو الأداة سيق فيزا للتحليل السيزمي المتكامل عمودياً اعتماداً على الإشارة الموجية الكاملة ويضيف إلى التحليل بحث الشكل الموجي العام ومعدل اضمحلال الموجات الذيلية، وتراكب الإشارات، والاستمرارية المكانية للفروق في زمن الانتقال، وقابلية الأشكال الموجية للتكرار، وغير ذلك، ومن الجوانب الهامة التي نوقشت مرة بعد أخرى الحاجة إلى نماذج قائمة على الفيزياء، ولذلك تظل القابلية للتفسير جانباً مهماً من جوانب عملية التفسير (حلقة النقاش [J08](#)).

وتتولى الأمانة الفنية المؤقتة تطوير "حزمة برامجيات مراكز البيانات الوطنية" (NDC in a box) وتوزيعها ودعمها. وتوفر الحزمة لمراكز البيانات الوطنية القدرة على أداء مجموعة متنوعة من الوظائف، تشمل تلقي البيانات من محطات

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

الطيفية للسعة كميًا للتمييز. ويمكن أيضًا استخدام الانفجارات الكيميائية التاريخية كأحداث "حقيقة أساس" لمعايرة الشبكات السيزمية الإقليمية. وقد وصف العرض [P2.5-176](#) البيانات عن التفجيرات الكيميائية الكبيرة التي أُجريت في كازاخستان خلال الحقبة السوفياتية. وقدم المزيد من البيانات عن الأحداث التاريخية السيزمية في العروض [P2.5-086](#) و [P2.5-089](#) (وسط آسيا) و [P2.5-181](#) (كازاخستان). وقدم العرض [02.5-481](#) استعراضًا للمؤلفات المتعلقة برصد النويدات المشعة الجوية. شمل 35 تجربة نووية أُجريت بين عامي 1964 و1996. وقد أُجري معظم هذه التجارب في الغلاف الجوي، ولكن لوحظ أيضًا وجود حطام نووي ناتج عن التنفيس الصادر عن التجارب النووية التي أُجريت في باطن الأرض.

وعلى الرغم من أن آخر تجربة نووية معلن عنها لجمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية كانت في عام 2017، فإن العمل مستمر على تطيل هذه التجارب. وقد أُبلغ العرض [02.1-275](#) عن حالات الكشف عن الطورين الأول والثالث من هذه التجربة في محطات المساميع المائية التابعة لنظام الرصد الدولي. ويبدو أن هذه هي أول حالات الكشف من هذا النوع في محطات المساميع المائية التابعة لنظام الرصد الدولي. وقدم العرض [P2.1-643](#) لمحة عامة شاملة عن الكيفية التي دعمت بها نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي تطيل عمليات الكشف عن النويدات المشعة الصادرة عن التجارب التي أُجريت في جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية. وكانت هناك نسب نظيرية متطابقة وظروف جوية متوافقة فيما يتعلق بتجربتين (أجريت في عام 2006 و عام 2013). وكانت النتائج المتعلقة بتجربتين متسقة ولكن غير حاسمة، حيث تم الكشف عن الزينون-133 فقط (كانون الثاني/يناير 2016، و 2017). وبالنسبة لتجربتين آخرين (2009، وأيلول/سبتمبر 2016)، لم تتسن استبانة حالات الكشف عن الزينون المشع التي يحتمل أن تكون ذات صلة.

وأجرى العرض [P2.1-123](#) تحليلات تمييزية جمعت بين نسب السعة Pg/Lg و Pn/Lg العبرطيفية الواردة من المحطات الإقليمية. وتمكّن التحليل من فصل انهيار التجويف عن مجموعة التفجيرات النووية. بيد أن التمييز بين الزلازل وانهيار التجويف ملتبس. وأُبلغ العرض [P2.1-371](#) عن تطوير طريقة سريعة ومؤتمتة للتحديد الكامل لخصائص المصدر السيزمي استبانة جميع التجارب النووية المعلنة التي أجرتها جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية استبانة صحيحة. وبما أن الاختبارات المعلنة التي أُجريت في باطن الأرض لم تسفر جميعها عن الكشف عن إشارات نويدات مشعة، فمن المهم فهم الظروف التي تؤثر على هذا الانبعاث للغازات والجسيمات. وقد قدم العرض [02.4-477](#) نتائج سلسلة من التجارب المتوسطة الحجم من أجل تحسين فهم التفاعل بين قوة المصدر والبارامترات البيئية. وناقش العرض [02.1-208](#) آثار تطور التجويف بعد

دمج البيانات، حيث تُدمج المصادر المتباينة للبيانات في تحليل موحد وشامل للأحداث [P3.5-476](#) و [P3.5-127](#) و [02.3-130](#) و [P2.3-116](#) و [P2.3-246](#) و [P2.3-366](#) و [P3.1-265](#)). وعموماً تكون بيانات الشكل الموجي ملوثة بضوضاء من مصادر مختلفة. وقد نُفذ العرض [P3.6-124](#) طريقة لإزالة الضوضاء السيزمية تستخدم نموذجاً مجرباً لشبكة عصبية التفاضلية عميقة. ووصف العرض [P3.6-615](#) العمل الجاري لتطوير جيل جديد من الشبكات العصبية العميقة من أجل التنبؤ بالضوضاء الخلفية دون السمعية.

البيانات والأحداث التاريخية، وفيزياء الأحداث، وأساليب الفرز

لم تشهد السنوات الـ25 التي انقضت منذ فتح باب التوقيع على المعاهدة سوى عدد قليل من التفجيرات التجريبية. وهذا نجاح كبير، ولكنه يثير أيضاً تحدياً للتحقق من صحة أدوات وأساليب شبكة الرصد التابعة للمنظمة. وكما ذكر في طلة النقاش [J03](#)، فإن الرصيد الثري من الملاحظات التاريخية المرتبطة بالتفجيرات النووية التجريبية له قيمة كبيرة بالنسبة لدراسات الحالات الواقعية الرامية إلى التحقق من صلاحية الأساليب، بهدف تحديد مصدر أي حدث له صلة برصد الامتثال للمعاهدة. ويمكن أيضاً استخدام هذه البيانات لاستبانة التحديات القائمة في رصد التفجيرات النووية وللتدريب وتمارين الأداء في مراكز البيانات الوطنية. وهناك حاجة إلى بيانات تاريخية من أكبر عدد ممكن من المناطق المختلفة والخصائص الجيولوجية المختلفة. ويجب الحفاظ على الإشارات المستمدة من التجارب التي تجرى في الغلاف الجوي وتحت الماء وفي باطن الأرض. وتركز معظم الجهود الجارية على البيانات السيزمية، لأن البيانات التاريخية السمعية-المائية ودون السمعية شحيحة وبيانات النويدات المشعة ضئيلة.

وينبغي النظر في أربعة جوانب فيما يتعلق بالبيانات التاريخية: (1) فهم ماهية البيانات المتاحة التي يمكن استرجاعها واستخدامها، (2) مسح البيانات أو مسحها/رقمنتها، (3) البيانات الفوقية، (4) توفير البيانات للمجتمع الأوسع. وتمثل المعايير من خلال آليات الأحداث المعروفة إحدى الطرائق لاستعادة الاستجابات غير المعروفة الصادرة عن أجهزة الاستشعار التي رصدت الأحداث المسجلة. وتساعد مقارنة السجلات المتحصل عليها بواسطة الأجهزة بالاستجابات المعروفة وغير المعروفة على فهم الاستجابة غير المعروفة. وقد وصف العرضان [02.5-298](#) و [P2.5-297](#) فهرس البيانات السيزمية عن 47 تجربة نووية أُجريت في موقع لوب نور في الصين بين عامي 1964 و1996. ووصف العرضان [P2.5-594](#) و [P2.5-499](#) استعادة ورقمنة تسجيلات سيزمية مستمدة من التفجيرات النووية السلمية التي أجراها الاتحاد السوفياتي في مجموعة واسعة من البيئات الجيولوجية والمواقع الجغرافية. وفحصت النسب

to read the full report

تقرير عن مؤتم العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

وركز قسم فرعي خاص على النتائج المستمدة من تحليل الإشارات التي التقطت في أعقاب الانفجار المأساوي الذي حدث في مرفأ بيروت في لبنان في 4 آب/أغسطس 2020. وقد أطلق الانفجار إشارات سيزمية وصوتية ودون سمعية وصوتية-مائية انتشرت عبر الغلاف الصخري والغلاف الجوي والغلاف المائي. ودمجت العروض معلومات مستمدة من مختلف أجهزة الاستشعار والتكنولوجيات الخاصة بنظام رصد الامتثال للمعاهدة من أجل تقدير نتاج الحدث. ويتسم التوصل إلى تقديرات دقيقة من البيانات السيزمية بالتعقد، بسبب عدم التيقن من اقتران الانفجار الذي يحدث فوق سطح الأرض بالأموح السيزمية. وكانت معظم تقديرات النتاج في حدود 0,5 إلى 1 كيلو طن (02.1-656 و 02.1-228 و 02.1-191 و 02.1-195 و 02.1-290 و 02.1-656 و 02.1-540 و 02.1-401 و 02.1-137 و 02.1-588 و 02.1-672). وتم إثبات قيمة الجمع بين البيانات المستمدة من تكنولوجيات مختلفة، وذلك على سبيل المثال، من خلال الحد بقدر كبير من خطأ تحديد الموقع إذا أضيفت إشارة سيزمية واحدة إلى الإشارات دون السمعية.

وطل العرض [P4.1-446](#) الإحصاءات عن أحداث الشكل الموجي السيزمي، الطبيعية في معظمها، التي عولجت وحُللت في مركز البيانات الدولي على مدى السنوات 20 الماضية وأصدرت على أساس يومي منذ شباط/فبراير 2000 بصفتها نشرة الأحداث المنقحة. ووصفت في العرضين [01.1-389](#) و [P1.1-399](#) عملية إعادة معالجة شاملة لقاعدة البيانات دون السمعية لنظام الرصد الدولي. وتغطي إعادة المعالجة الفترة من كانون الثاني/يناير 2003 إلى كانون الأول/ديسمبر 2020. ببيانات من عدد يصل إلى 53 محطة. وتؤمّر محطات المساميع المائية التابعة لنظام الرصد الدولي خلفية منخفضة وبيانات عالية النوعية. وقد قُدم في العرض [P1.3-402](#) تحليل لبيانات عن عدة سنوات عولجت باستخدام الكاشف الخوارزمي DTK-PMCC. وأبلغ العرضان [P2.5-086](#) و [P2.5-086](#) عن إنشاء نشرة سيزمية موحدة لوسط آسيا، باستخدام بيانات من الفترة 1949-2009. وبحث عرض المواد البصرية [P1.2-155](#) الاتساق بين قيم قوة الزلازل لدى مركز البيانات الدولي والمركز الدولي للدراسات السيزمية. واقترحت المحاضرة [108-723](#) النظر في استخدام نشرات تعرض فرضيات واحتمالات متعددة. ولوحظ أن سياسة إبراز الأحداث ينبغي أن تستند إلى إدراك التكاليف النسبية للنتائج الإيجابية الزائفة والنتائج السلبية الزائفة.

التفتيش الموقعي

ركزت محاضرتان ألقيتا بناء على دعوة على عنصر التفتيش الموقعي في نظام التحقق. وكان التفتيش الموقعي أيضا مجال الموضوع 2-2. وقدم العرض [105-727](#) لمحة عامة عن التطور الملحوظ لقدرات التفتيش الموقعي

وقوع انفجار نووي في باطن الأرض، على التكوين النظيري من الزينون المشع المنبعث. ويتوقع التحليل الوارد في العرض نسباً نظيرية تختلف عن الخلفية المدنية اختلافاً أكبر من تلك التي تتنبأ بها النماذج القياسية المبسطة. ويتنبأ التحليل المنقح أيضا بانبعث الزينون المشع بكميات أقل من النماذج القياسية.

ولا يمثل النتاج الناجم عن التفجيرات النووية الشاغل المباشر للمنظمة، ولكن يظل توصيف قدرات شبكة نظام الرصد الدولي بهم الدول الموقعة. وكما ورد في المحاضرة [101-722](#)، لوحظ في بيانات الاختبار التاريخية أن الكثير من الطاقة يتم امتصاصه في الصخور الساحقة في المنطقة المجاورة مباشرة للتجويف وفي الحلقة الكبيرة التي تحدث فيها تشوهات لا مرونية بسبب الانفجار.

ويتمثل أحد التحديات الرئيسية التي تواجه المنظمة في التمييز بين العدد الكبير مما يُكشف عنه من الأحداث الطبيعية والأحداث ذات المنشأ البشري ووقوع تفجير نووي محتمل. وقد ابتكرت أساليب لفرز الإشارات الواردة من جميع تكنولوجيات شبكة الرصد، وفيما يتعلق بفرز النويدات المشعة، استعرضت المحاضرة [Is7-604](#) أساليب الفرز الرامية إلى تمييز إشارات التفجيرات النووية عن خلفية النشاط الإشعاعي الطبيعي في الغلاف الجوي. وفي بعض الأحيان، يمكن أن تُفسّر السمات تفسيراً خاطئاً فيؤدي ذلك إلى التوصل إلى نتائج إيجابية زائفة. وقد طل العرض [P2.3-415](#) بيانات مستمدة من تسلسل ثورانات وانهيارات بركان في عام 2018، وهو تسلسل يشبه الأحداث التي تعقب التفجيرات النووية. وكان التطوير الأولي لمقياس الحجم mb (مقدار الموجة الداخلية) والمعياري mb:Ms (نسبة مقدار الموجة الداخلية إلى مقدار الموجة السطحية) لفرز الأحداث قد استند أساساً إلى بيانات الموجة الداخلية المسجلة بواسطة الأدوات القياسية الخاصة بالفترات القصيرة. وبوجود أدوات الفترات القصيرة وأدوات النطاق العريض كليهما حالياً، يمكن تعزيز فرز الأحداث من خلال فهم التباينات في مقدار الموجة الداخلية ([P2.3-240](#)).

والمعلومات عن مؤثرات العزم السيزمي مهمة لفهم أصل الأحداث. ومن الصعب حساب مؤثرات العزم السيزمي للأحداث السيزمية الضعيفة. وقد أعاد العرض [P1.2-659](#) تحليل طرائق عكس ساعات الموجات الأولية (P) والموجات المستعرضة (S) وعكس الأشكال الموجية ذات المكونات الثلاثية الكاملة، مستقلة بقطبيات الحركة الأولى. وكما هو مشار إليه في المحاضرة [Is1-353](#)، فإن تداخل أحداث الزلازل وأحداث الانفجارات يمثل مشكلة مهمة عند استخدام الآلية البؤرية كبارامتر للفرز. والعمق بارامتر قوي لفرز الأحداث، وهو الهدف الرئيسي من التطبيق ParMT. وقد وصف العرض [01.2-277](#) أوجه عدم التيقن المرتبطة بتحديد عمق الأحداث السيزمية عن بعد.

to read the full report

تقرير عن مؤتمر العلم والتكنولوجيا لعام 2021 المعقود في إطار معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية خلاصة وافية

التطبيقات المدنية والعلمية

قدم مدير شعبة مركز البيانات الدولي المحاضرة الملقاة بناء على دعوة [106-721](#)، بشأن التطبيقات المدنية والعلمية لتكنولوجيا المعاهدة، وشدد على أن الغرض الأساسي من نظام التحقق هو تأكيد الامتثال للمعاهدة، واستدرك قائلاً إن المعاهدة تنص صراحة على أنه يجوز للدول الأطراف أن تستفيد من استخدام بيانات نظام الرصد الدولي، التي تشكل رصيда هائل، للأغراض السلمية والعلمية. وقد قررت اللجنة التحضيرية توفير بيانات من أجل تطبيقين مدنيين محددتين، هما: الإنذار بأمواج التسونامي، والطوارئ الإشعاعية والنووية. وبمثل وجود علاقة قوية بين المنظمة والأوساط العلمية والتكنولوجية سبباً لضمان بقاء نظام الرصد الدولي في صدارة الابتكار التكنولوجي وضمان كشف أي انفجار نووي قد يحدث (طلة النقاش [J04](#)). ومنذ عام 2011، سمح المركز الافتراضي لاستغلال البيانات للعلماء والباحثين بالوصول إلى بيانات نظام الرصد الدولي. وقد نوقشت التطبيقات العلمية والمدنية في طلة النقاش [J06](#)، وكذلك في المحاضرتين اللتين ألقيتا بناء على دعوة [106-719](#) و [109-742](#). وكُرِس العديد من العروض الشفوية وعروض المواد البصرية، وتحديدًا في إطار الموضوع 2-5، للمساهمات الإضافية المحتملة في القضايا ذات الاهتمام العالمي، من قبيل الحد من مخاطر الكوارث، ودراسات تغير المناخ، وأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة. وجرى تناول رصد وفهم الانفجارات البركانية والزلازل تناولاً واسع النطاق في العروض المقدمة في إطار المواضيع 1-1 و 1-2 و 1-3 و 2-3 و 2-5.

ولا شك في أن هناك إمكانية للمزيد من التطبيقات المدنية لبيانات نظام الرصد الدولي تتجاوز الإنذار المبكر بأمواج التسونامي والتعاون الدولي في حالة وقوع الطوارئ النووية والإشعاعية. فعلى سبيل المثال، نوقش رصد الانفجارات البركانية التي حدثت مؤخراً في العروض [P1.1-133](#) و [P1.1-588](#) و [O1.1-457](#) و [P2.3-708](#) و [P1.1-253](#) و [P5.2-395](#). وبيّن التقدم المحرز في البحوث الدور المهم الذي تؤديه شبكة نظام الرصد الدولي، فضلاً عن الكيفية التي يمكن بها إثراء الشبكة بشبكات دون سمعية إقليمية جيدة التصميم والتصسين ([P1.1-264](#)) من أجل إخطار المجتمع المدني والحد من المخاطر البركانية ([O1.1-536](#) و [P1.1-133](#)). ومن الضروري النظر في إمكانات النهج المتعددة التخصصات ([O7-529](#)).

والترابط بينها. وذكر أن أحد النواتج الرئيسية للعمل هو أول مشروع شامل لقائمة بمواصفات المعدات التي تستخدم أثناء عمليات تفتيش موقعي ([Is5-239](#)). ووصف العرض [P4.4-257](#) مراحل تطوير برنامج اختبار تكنولوجيا التفتيش الموقعي. ومن النتائج الرئيسية الأخرى للعمل في السنوات الـ25 الماضية برنامج التفتيش الموقعي الخاص بتدريب المفتشين الذين ترشحهم الدول الموقعة. وقد نُفذت حتى الآن ثلاث دورات من عمليات التدريب، وسُلط الضوء في المحاضرة [105-727](#) على إمكانات حدوث تطورات وابتكارات تقنية في مجال التفتيش الموقعي، وشملت هذه الإمكانيات الانتهاء من دورة العمل الحالية لتطوير التقنيات، وتطوير تقنيات أخرى من قبيل القياس السيزمي الزينيني، وعمليات المسح والحفر السيزمي الفاعل، وزيادة كفاءة وفعالية إجراء عمليات التفتيش الموقعي، وتطوير القدرات اللازمة لعمليات التفتيش الموقعي في غير الظروف البيئية العادية وفي بيئات غير باطن الأرض.

والبنية التحتية هي عامل تمكيني رئيسي لإجراء عمليات التفتيش الموقعي. وقد أنشئت هذه البنية التحتية في مقر الأمانة الفنية المؤقتة في فيينا (مركز دعم عمليات التفتيش الموقعي) وفي مركز التكنولوجيا والدعم والتدريب، الذي يشمل مرفق التخزين والصيانة لمعدات التفتيش الموقعي، في زايبرسدورف بالنمسا. وهناك جانب مهم آخر هو البنية التحتية الميدانية. وقد شرح العرض [P2.2-220](#) المفهوم والتنظيم المحدّثين لمركز دعم عمليات التفتيش الموقعي باعتباره جزءاً مخصصاً من مركز دعم العمليات الخاص بالمنظمة. وتناول العرض [P2.2-575](#) مسألة اعتماد معدات التفتيش الموقعي ومعاييرها وصيانتها.

وتناولت عدة عروض تقنيات التفتيش الموقعي وبصمة كل منها. ووصف العرض [O2.1-420](#) طريقة جديدة للكشف عن التجاويف الناتجة عن وقوع انفجار نووي تحت الأرض، تستخدم القدرة الطيفية للمجالات الفاصلة للضوء المحيطة السيزمية. وبحث العرض [O3.1-296](#) إمكانية استخدام المسح السيزمي المتقطع زمنياً لتحديد "نقطة الصفر" للتفجيرات النووية من خلال رصد الظواهر الدينامية التي تعقب التفجيرات. ولخص العرض [P3.2-691](#) تخطيط وتصميم الجيل التالي من المختبر الميداني للتفتيش الموقعي، فيما يتعلق بمتطلبات قياس نظائر الزينون والأرغون ذات الصلة بالتفتيش الموقعي. وأبلغ أيضاً عن التحسينات المدخلة على نظم الكشف عن الزينون القابلة للاستخدام الميداني لأغراض التفتيش الموقعي ([P3.2-424](#) و [P3.2-518](#)). ووصف العرض [O3.2-654](#) التحديات التي تواجه في قياس الأرغون-37. وناقش العرض [P2.1-474](#) تقييماً لجدوى استخدام الأرغون-39 كمؤشر محتمل طويل الأجل. وفيما يتعلق بمعالجة الصور، ناقشت العروض مجموعة من أجهزة الاستشعار المختلفة، البصرية والرادارية على حد سواء ([O3.3-117](#) و [O3.3-085](#) و [P3.3-586](#) و [P3.3-132](#)).

to read the full report