

## إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

### مقدمة

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

وتتضمن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة مستويات الأداء والإجراءات التي يمكن للتكنولوجيا الحالية أن تحققها في المنشآت الجديدة بتكلفة معقولة. وقد يشمل تطبيق هذه الإرشادات في المنشآت القائمة وضع أهداف وغايات خاصة بكل موقع على حدة، مع اعتماد جدول زمني مناسب لتحقيقها.

وينبغي أن يكون تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة بما يتناسب مع المخاطر والتحديات المحددة في كل مشروع، استناداً إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ في الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها: الوضع في البلد المضيف، والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنية، والعوامل الأخرى الخاصة بالمشروع. كما يجب أن تستند تطبيق التوصيات الفنية المحددة إلى الرأي المهني المتخصص الذي يصدر عن أشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

وحيث تختلف اللوائح التنظيمية المعتمدة في البلد المضيف عن المستويات والإجراءات التي تنص عليها هذه الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة، فمن المتوقع من المشروعات تطبيق أيهما أكثر صرامة. وإذا كانت المستويات أو الإجراءات الأقل صرامة من المنصوص عليه في هذه الإرشادات هي الملائمة – في ضوء أوضاع المشروع المعني – يحتاج الأمر إلى تبرير كامل ومفصل بشأن أية بدائل مقترحة في إطار التقييم البيئي للموقع المحدد. وينبغي أن يُبين ذلك التبرير أن اختيار

الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة (EHS) هي وثائق مرجعية فنية تتضمن أمثلة عامة وأمثلة من صناعات محددة على الممارسات الدولية الجيدة في قطاع الصناعة (GIIP).<sup>1</sup> وحين تشارك مؤسسة واحدة أو أكثر من المؤسسات الأعضاء في مجموعة البنك الدولي في أحد المشروعات ينبغي تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة هذه حسب مقتضيات السياسات والمعايير التي تعتمدها تلك المؤسسة. وتستهدف هذه الإرشادات بشأن قطاع الصناعة أن يتم استخدامها جنباً إلى جنب مع وثيقة الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة، التي تتيح الإرشادات لمن يستخدمونها فيما يتعلق بالقضايا المشتركة في هذا المجال والممكن تطبيقها في جميع قطاعات الصناعة. وبالنسبة للمشروعات المعقدة، قد يلزم استخدام إرشادات متعددة حسب تعدد قطاعات الصناعة المعنية. ويمكن الاطلاع على القائمة الكاملة للإرشادات الخاصة بالقطاعات الصناعية على شبكة الإنترنت على الموقع:

<sup>1</sup> هي من حيث تعريفها ممارسة المهارات والاجتهاد والحصافة والالتزام المتوقع على نحو معقول من المهنيين ذوي المهارات والخبرة العملية في النوع نفسه من العمل وفي الأوضاع نفسها أو المماثلة بشكل عام. وقد تشمل الأوضاع التي يمكن أن يجدها المهنيون من ذوي المهارات والخبرة العملية عند قيامهم بتقييم مجموعة أساليب منع ومكافحة التلوث المتاحة لأحد المشروعات – على سبيل المثال لا الحصر – مستويات مختلفة من تدهور البيئة ومن الطاقة الاستيعابية البيئية، مع مستويات مختلفة من الجدوى المالية والفنية.

- مكافحة جرف التربة والثقاله من مناطق جلب المواد وأنشطة إعداد الموقع؛
- الغبار المنفلت وغيره من الانبعاثات ( الناتجة على سبيل المثال، من حركة مرور المركبات، وأعمال تهيئة الأرض بزالة الكساء النباتي، والمخزون الاحتياطي من المواد)؛
- الضوضاء الصادرة عن المعدات الثقيلة وعن حركة مرور الشاحنات؛
- المواد الخطرة وحوادث انسكاب الزيت أو النفط التي يمكن أن تصاحب تشغيل المعدات الثقيلة وأعمال التزويد بالوقود.

## 1.1 القضايا البيئية

فيما يلي جانب من القضايا البيئية التي تحدث خلال مرحلة إنشاء مشاريع نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية والتي يختص بها ذلك القطاع من الصناعة:

- تغيير خصائص الموائل الأرضية
- تغيير خصائص الموائل المائية
- المجالات الكهربائية والمغناطيسية
- المواد الخطرة

### تغيير خصائص الموائل الأرضية

يؤدي إنشاء حقوق طريق لخطوط نقل الطاقة الكهربائية وصيانتها، وخصوصاً تلك التي تقام في مناطق الغابات، إلى إحداث تغيير وخلل في الموائل الأرضية، بما في ذلك ما تسببه من آثار على أنواع الطيور وزيادة مخاطر نشوب حرائق الغابات.

أي من مستويات الأداء البديلة يؤمن حماية صحة البشر والبيئة.

## التطبيق

تشتمل الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة في مجال نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية على معلومات تتصل بنقل الطاقة الكهربائية بين محطة توليد الطاقة والمحطة الفرعية الموجودة ضمن شبكة الكهرباء، إضافة إلى توزيع الطاقة الكهربائية من المحطة الفرعية إلى المستهلكين الموجودين في المناطق السكنية، والتجارية، والصناعية. ويقدم "الملحق (أ)" موجزاً بأنشطة الصناعة. وقد رتبت تلك الوثيقة وفقاً للتقسيم التالي:

القسم 1.0 - الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها  
القسم 2.0 رصد الأداء ومؤشراته  
القسم 3.0 — ثبت المراجع والمصادر الإضافية  
الملحق (أ) - وصف عام لأنشطة الصناعة

## 1.0 الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها

يعرض القسم التالي موجزاً لقضايا البيئة والصحة والسلامة المتعلقة بنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية والتي تحدث خلال مراحل إنشاء وتشغيل أحد المرافق، مع تقديم توصيات لكيفية التعامل معها. كما تقدم توصيات أخرى عن التعامل مع القضايا البيئية شائعة الحدوث في مراحل إنشاء وإيقاف تشغيل أنظمة (شبكات) نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة. ومن بين الآثار التي تتناولها الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة، على سبيل المثال:

- توليد النفايات في موقع الإنشاء؛

- تركيب خطوط النقل فوق الكساء النباتي الحالي لتجنب تهيئة الأرض بإزالة الكساء النباتي؛
- تجنب إجراء الأعمال الإنشائية أثناء موسم التكاثر وغيره من المواسم أو أوقات اليوم الحساسة؛
- إعادة الكساء النباتي في المناطق التي حدث بها اختلال بأنواع النبات التي تنتمي للبيئة المحلية؛
- إزالة أنواع النبات الدخيلة أثناء أعمال صيانة الكساء النباتي الروتينية (راجع قسم صيانة حق الطريق أدناه)؛
- إدارة أعمال موقع الإنشاء كما هو مبين في الأقسام ذات الصلة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

#### صيانة حق الطريق

- من الضروري إجراء صيانة دورية للكساء النباتي الموجود ضمن حق الطريق لتفادي إعاقته لخطوط وأبراج الطاقة العلوية (الهوائية). فمن شأن ترك الأشجار الطويلة لتنمو والكساء النباتي ليتجمع دون رقابة ضمن حدود حق الطريق أن ينتج عدداً من الآثار، من بينها انقطاع الطاقة الكهربائية نتيجة ملامسة الفروع والأشجار لخطوط وأبراج نقل الطاقة الكهربائية، واشتعال الحرائق في الغابات والشجيرات والحشائش؛ وتآكل المعدات المصنوعة من الصلب، وإعاقة الوصول للمعدات؛ والتداخل مع معدات التأريض الهامة.

- تتضمن أعمال صيانة حق الطريق لضبط نمو الكساء النباتي، استعمال بعض الطرق الميكانيكية مثل آلات الجز أو التقليم، التي من شأنها أن تسبب خللاً في الحياة البرية وموائلها، وذلك بالإضافة إلى أعمال الإزالة اليدوية للكساء النباتي واستخدام مبيدات الأعشاب. ولا ينبغي أن ينطوي التعامل مع الكساء النباتي على استئصال للكساء النباتي بأكمله، بل ينبغي أن يكون

#### إنشاء حق الطريق<sup>2</sup>

- قد تؤدي أعمال إنشاء حق الطريق لمشاريع الطاقة إلى تغيير الموائل، ويتوقف ذلك على خصائص الكساء النباتي القائم، والخصائص الطبوغرافية، والارتفاع المنسوب (القائم) لخطوط نقل الطاقة. ومن بين التغييرات التي تحدث في خصائص الموائل نتيجة لتلك الأعمال، على سبيل المثال، تجزئة الموائل الحراجية، وفقدان موائل الحياة البرية، بما في ذلك مواطن التعشيش؛ وإحلام أنواع نباتية دخيلة لا تنتمي للبيئة المحلية؛ والمضايقة البصرية والسمعية بسبب وجود الآلات، وعمال الإنشاء، وأبراج نقل الطاقة الكهربائية، وما يصاحب ذلك من معدات.<sup>3</sup>

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع ومكافحة الآثار الناتجة عن إنشاء حق الطريق على الموائل الأرضية ما يلي:

- إقامة حقوق الطريق للنقل والتوزيع، وطرق الوصول، وخطوط الطاقة، والأبراج، والمحطات الفرعية بحيث تكون بعيدة عن الموائل الحساسة عن طريق استخدام المرافق وممرات النقل القائمة لنقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها، واستخدام الطرق والمسارات القائمة كطرق وصول، كلما أمكن؛<sup>4</sup>

<sup>2</sup> تعرف أيضاً باسم "إجازة إمرار الخطوط في الممتلكات الخاصة" أو "حق الارتفاق" في بعض البلدان، ولكن يشار إليها لأغراض تلك الإرشادات باسم حق الطريق.

<sup>3</sup> قد تعود أعمال تغيير الموائل الأرضية التي تجرى لإقامة مشاريع نقل وتوزيع الطاقة بالنفع أيضاً على الحياة البرية مثل إيجاد موائل لتعشيش، وتنشئة، وكلاً محمية لبعض الأنواع؛ وإقامة ممرات هجرة وكلاً للحيوانات ذوات الحافر وغيرها من الثدييات الكبيرة؛ وأماكن تعشيش ومجاثم لأنواع الطيور الكبيرة أعلى أبراج نقل الطاقة الكهربائية وما يصاحبها من بنى أساسية. California Energy Commission (2005).

<sup>4</sup> على أن يوضع في الاعتبار احتمالات التداخل الكهربائي مع خطوط الاتصالات السلكية واللاسلكية وخطوط السكك الحديدية نتيجة للحث المتبادل.

- وضع جداول مواعيد للأعمال تراعي الابتعاد عن مواسم التكاثر والتعشيش لأنواع الحياة البرية المعرضة لمخاطر الهلاك أو المعرضة للخطر؛
- الالتزام بالإرشادات والإجراءات الموصى بها من قبل مصنعي الآلات والمعدات، فيما يتعلق بمنع الضوضاء وانسكاب النفط والاستجابة للطوارئ؛
- تجنب إجراء أعمال إزالة الكساء النباتي في المناطق الواقعة على ضفاف الأنهار؛
- تجنب استخدام الآلات بالقرب من الممرات المائية.

ربما يشير النهج المتكامل للتعامل مع الكساء النباتي إلى أن استخدام مبيدات الأعشاب هو النهج المفضل للتحكم في الكساء النباتي سريع النمو في مناطق حقوق الطريق الخاصة بنقل وتوزيع الطاقة: في هذه الحالة، يجب مراعاة تطبيق الإرشادات التالية بشأن استعمال مبيد الأعشاب، وتخزينه، وتداوله.

في حالة السماح باستخدام المبيد العشبي (حيث تعد المبيدات العشبية أكثر أنواع مبيدات الآفات استعمالاً في ذلك القطاع)، ينبغي التعامل معها بحيث يحال دون انتشارها إلى البيئات البرية أو المائية المجاورة (انظر البند الخاص بمبيدات الآفات في قسم المواد الخطرة).

#### حرائق الغابات

إذا ترك النمو النباتي التحتي دون رقابة، أو تركت الأغصان المتخلفة من أعمال الصيانة الروتينية تتكدس ضمن حدود حق الطريق، فستتجمع بذلك كمية من الوقود تكفي لبدء نشوب حرائق في الغابات.

تتضمن التدابير الموصى بها لمنع ومكافحة مخاطر نشوب حرائق غابات ما يلي:

الهدف من ورائه الحفاظ على نمو الأشجار والنباتات، التي من شأنها أن تؤثر سلباً على البنية الأساسية، عند مستوى أدنى من الحد الذي يمكنه أن يتسبب في إلحاق أضرار اقتصادية. وقد يؤدي إجراء صيانة مبالغ فيها للكساء النباتي إلى إزالة كميات من الكساء النباتي بغير ضرورة، مما ينتج عنه الإحلال المستمر بأنواع بديلة وزيادة احتمالات إقحام أنواع دخيلة. وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع ومكافحة الآثار المترتبة على أعمال صيانة الكساء النباتي ضمن حدود حق الطريق ما يلي:

- تنفيذ نهج متكامل للتعامل مع الكساء النباتي. فالإزالة الانتقائية لأنواع الأشجار التي تنمو إلى أطوال عالية وتشجيع نمو الحشائش والشجيرات القصيرة تمثل النهج الشائع الاستخدام في التعامل مع الكساء النباتي في حق الطريق الخاص بخطوط نقل الطاقة الكهربائية. ويجب اختيار أساليب بديلة لإدارة الكساء النباتي بناءً على الاعتبارات البيئية وتلك الخاصة بالموقع، بما في ذلك الآثار المحتملة على الأنواع غير المستهدفة، والمعرضة للخطر، والمهددة بالانقراض.<sup>5</sup>
- إزالة أنواع النباتات الدخيلة، ما أمكن، وزراعة أنواع النباتات المحلية؛

<sup>5</sup> يمكن اللجوء إلى الجز باستخدام معدات كهربائية شديدة التحمل للسيطرة على نمو الغطاء الأرضي ومنع نمو الأشجار والشجيرات بحق الطريق. كما يمكن لمبيدات الأعشاب، المستخدمة إلى جانب الجز، السيطرة على أنواع الأعشاب الضارة سريعة النمو التي تميل إلى النمو إلى ارتفاعات تتجاوز تلك المسموح بها في حق الطريق. ويمكن استخدام التشذيب والتقليم على حدود حقوق الطريق للحفاظ على عرض الممر ومنع زحف أفرع الأشجار عليه. على الرغم من تطلب الإزالة اليدوية أو إزالة الكساء النباتي إلى عمالة كثيفة، إلا أنه يمكن اللجوء إليها في الأماكن المجاورة للهياكل، والجدول، والأسبجة، وغيرها من المعوقات التي من شأنها أن تجعل من الصعوبة أو من الخطورة بمكان استخدام الآلات للقيام بذلك.

والتعرض للصعق الكهربائي.<sup>8</sup> ومن الممكن أن تقع حوادث اصطدام الطيور بخطوط الطاقة بأعداد كبيرة إذا كانت تقع في طريق الطيران اليومي للطيور أو ممرات هجرتها، أو في حالة طيران مجموعات الطيور ليلاً أو في ظروف الإضاءة المنخفضة (في حالة وجود ضباب كثيف، على سبيل المثال).<sup>9</sup> وعلاوة على ذلك، قد يؤدي اصطدام الطيور والخفافيش بخطوط الطاقة إلى انقطاع الكهرباء ونشوب حرائق.

وتتضمن تدابير الوقاية والمكافحة الرامية إلى تقليل حوادث اصطدام الطيور والخفافيش وصعقها كهربياً ما يلي<sup>10</sup>:

- إقامة ممرات نقل الطاقة الكهربائية بحيث تتفادى الموائل الهامة (مثل أماكن التعشيش، ومجاثم البلشون، ومجاثم الغربان، وممرات كلاً من الخفافيش، وممرات الهجرة)؛
- الحفاظ على مسافة تباعد قدرها 1.5 متر (60 بوصة)<sup>11</sup> بين المكونات الحية والمعدات المؤرضة أو - في حالة عدم إمكانية إيجاد مسافة تباعد من الناحية العملية - تغطية الأجزاء الحية والمعدات.
- إعادة تجهيز أنظمة (شبكات) نقل أو توزيع الطاقة القائمة بوضع مجاثم مرتفعة للطيور، وعزل حلقات التوصيل، ووضع موانع تعيق جثم الطيور على الخطوط (باستخدام

<sup>8</sup> من الممكن أن تتعرض كل من الطيور والخفافيش إلى الصعق الكهربائي بخطوط الطاقة بأحدى ثلاث طرق: (1) ملامسة سلك مكهرب وسلك آخر خامل في آن واحد؛ (2) ملامسة سلكين مكهربين في آن واحد؛ و(3) ملامسة سلك مكهرب وأي جزء آخر من المعدات التي على العمود أو البرج الموصلة بالأرض بواسطة سلك أرضي. Raptor Protection Video Group (2000)

<sup>9</sup> أنواع الطيور الكبيرة (مثل صقور الباز، وصقور الشاهين، واليوم، والنسور، وطيور الكركي، والبلشون الأبيض، والغربان السود) تتعرض بصفة خاصة لمخاطر ملامسة سلكين أو مكونين في آن واحد أثناء طيرانها نظراً لباع جناحها العريض. Anderson (1991)

<sup>10</sup> يتوفر مزيد من المعلومات في كل من Power Line Interaction Fish and Wildlife Service (2005) و S.U. (2005) Committee (2005) Manville (2005)

- رصد الكساء النباتي بحق الطريق بما يتوافق مع حجم مخاطر نشوب حرائق؛<sup>6</sup>
- إزالة الأشجار الساقطة بفعل الرياح وغيرها من تراكمات الوقود عالية المخاطر؛
- تحديد أوقات لأعمال توسيع المسافات بين الأشجار، وقطعها، وغير ذلك من أعمال الصيانة بحيث تكون بعيدة عن مواسم حرائق الغابات؛
- التخلص من الأغصان المتخلفة عن أعمال الصيانة بنقلها بواسطة شاحنة أو عن طريق الإحراق المراقب<sup>7</sup>. ويجب الالتزام عند إجراء الإحراق المراقب بالنظم المعمول بها في الحرق، ومتطلبات معدات إخماد الحرائق، وأن يتم رصد العملية من قبل مراقب حرائق؛
- زراعة وإدارة أنواع نباتية مقاومة للحرائق (مثل الأشجار ذات الأخشاب الصلبة) ضمن حدود حقوق الطريق والمناطق المجاورة لها؛
- إقامة شبكة من مناطق وقف انتشار الحرائق تتكون من مواد أقل قابلية للاشتعال، أو أرض خالية من الكساء النباتي للإبطاء من تقدم الحرائق وإتاحة منفذ لوصول رجال مكافحة الحرائق.

#### حوادث الاصطدام والصعق الكهربائي للطيور والخفافيش

من شأن ارتفاع أبراج نقل الطاقة الكهربائية وأعمدة التوزيع والكهرباء التي تحملها خطوط النقل والتوزيع أن يشكلوا سوياً مخاطر مميتة للطيور والخفافيش نتيجة للاصطدام بها

<sup>6</sup> على سبيل المثال، تستخدم شركة بريتش كولومبيا لنقل الطاقة الكهربائية (BCTC) نظام إدارة مخاطر حرائق الغابات (WRMS) الذي يقوم على تصنيف مخاطر حرائق الغابات ويقدم مجموعة متنوعة من تدابير التخفيف من آثارها، تتناسب كل صنف. راجع (Blackwell et al., 2004).  
<sup>7</sup> لا ينبغي إجراء الإحراق المراقب إلا بعد دراسة الآثار المحتملة على نوعية الهواء وبالتوافق مع المتطلبات المحلية لإدارة نوعية الهواء.

- الإبقاء على منافذ للأسماك في حالة عدم إمكانية تقاضي تقاطع الطريق مع المجاري المائية، وذلك باللجوء إلى إقامة جسور ذات مسافة حرة بين الدعامات، أو سحارات مفتوحة الجزء السفلي، أو أية طرق أخرى معتمدة؛
- التقليل من قطع الكساء النباتي المجاور لضفاف الأنهار وإحداث اختلال به؛
- إدارة أعمال موقع الإنشاء كما هو مبين في الأقسام ذات الصلة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

#### تغير خصائص الموائل البحرية

- يتطلب نقل الطاقة الكهربائية عبر المساحات الممتدة للمحيطات استخدام كبلات نقل بحرية مغمورة فوق قاع المحيط. كما تستخدم الكبلات البحرية المغمورة في بعض الأحيان في نقل الطاقة الكهربائية عالية الجهد عبر مساحات ممتدة من المياه إلى جزر ومواقع أخرى لا يمكن الوصول إليها بالطرق التقليدية. ويتم تمديد الكبلات باستخدام سفن لتمديد الكبلات ومركبة تحت مائية (مغمورة) يتم تشغيلها عن بعد. وتشمل القضايا المرتبطة بتغيير الموائل البحرية إحداث خلل في الكساء النباتي بمنطقة المد (مثل العشب البحري)، والشعاب المرجانية، والحياة البحرية، بما في ذلك الثدييات البحرية، والثقالة مما ينتج عنه تعكير المياه وانخفاض نوعيتها.
- تتضمن التدابير الموصى بها لمنع ومكافحة الآثار التي تتعرض لها الموائل البحرية ما يلي:

- تحديد مواقع مسارات الكبلات، والمنافذ البحرية، ووضعها بحيث تكون بعيدة عن الموائل البحرية الهامة (مثل أماكن التكاثر والأعشاب البحرية) والشعاب المرجانية؛

- إطارات معزولة على شكل V، على سبيل المثال)، وتغيير أماكن الموصلات، و/أو استخدام واقيات للطيور الجارحة؛<sup>12</sup>
- دراسة تركيب خطوط تحت الأرض لنقل وتوزيع الطاقة في المناطق الحساسة (مثل الموائل الطبيعية الهامة)؛
- تركيب أدوات تؤدي إلى تحسين رؤية خطوط الطاقة مثل الكرات الإرشادية، أو موانع أو مبعثات الطيور.<sup>13</sup>

#### تغير خصائص الموائل المائية

قد يتطلب نصب خطوط نقل وتوزيع الطاقة، وما يصاحبها من طرق وصول ومرافق، إنشاء ممرات تمر عبر الموائل المائية، مما يؤدي إلى إعاقة المجاري المائية والأراضي الرطبة، وتتطلب إزالة الكساء النباتي الواقع على ضفاف الأنهار. علاوة على ذلك، تؤدي الثقالة ومخلفات التجريف المخلفة من أعمال الإنشاء وعبور سيب مياه العواصف إلى زيادة تعكر المجاري المائية السطحية.

تتضمن التدابير الموصى بها لمنع ومكافحة الآثار التي تتعرض لها الموائل المائية ما يلي:

- إقامة أبراج نقل الطاقة الكهربائية والمحطات الفرعية في مواضع تراعي الابتعاد عن الموائل المائية الهامة (مثل المجاري المائية، والأراضي الرطبة، والمناطق المظلة على ضفاف الأنهار)، وكذلك عن موائل تسرنة الأسماك، وموائل إشتاء الأسماك الهامة؛

<sup>12</sup> California Energy Commission (2005)

<sup>13</sup> أثبتت العديد من الدراسات أن مبعثات الطيور التي يتم تركيبها لزيادة إمكانية رؤية خطوط الطاقة قللت من معدلات اصطدام الطيور بها بصورة كبيرة. Crowder and Rhodes (1999).

العالي والمحطات الفرعية، ولكن تلك الناتجة عن الاستخدامات المنزلية اليومية للكهرباء كذلك)، إلا أنه لا توجد بيانات تجريبية تثبت وجود آثار عكسية على الصحة جراء التعرض لمستويات المجال الكهرومغناطيسي المعتادة من خطوط نقل الطاقة الكهربائية ومعداتنا<sup>15</sup> ولكن، على الرغم من ضعف الشواهد على وجود مخاطر صحية عكسية، إلا أنها تظل كافية لإثارة قلق محدود<sup>16</sup>.

تشمل التوصيات القابلة للتطبيق في مجال التعامل مع حالات التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية ما يلي:

- تقييم احتمالات تعرض الجمهور، بالمقارنة للمستويات المرجعية التي وضعتها اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP).<sup>17, 18</sup> يجب أن تكون المستويات المتوسطة والقصى ما دون المستوى المحدد في توصيات ICNIRP بشأن تعرض الجمهور العام<sup>19</sup>؛

<sup>15</sup> Ionizing Radiation Protection International Commission on Non International Agency ;(2001)-Commission on National .S.U ;(2002)for Research on Cancer Advisory Group to the ;(2002)titute of Health Ins .S.U. و Radiation Protection Board of the UK National Institute of Environmental Health Sciences ((1999).

<sup>16</sup> National Institute of Environmental Health .S.U<sup>16</sup> Sciences (2002)

<sup>17</sup> تعد ICNIRP منظمة غير حكومية معترف بها رسمياً من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO)، قامت بنشر "المبادئ التوجيهية للحد من التعرض في أوقات مختلفة للمجالات الكهربائية، والمغناطيسية، والكهرومغناطيسية" بعد القيام باستعراض جميع الأدبيات العلمية التي راجعها الأقران، شاملة الآثار الحرارية وغير الحرارية. وتستند المعايير إلى تقييمات الآثار البيولوجية التي ثبت أن لها تبعات صحية. وكان الاستنتاج الرئيسي للاستعراضات التي أجرتها منظمة الصحة العالمية أنه لا يبدو لحالات التعرض لمستويات دون الحدود الموصى بها في المبادئ التوجيهية الدولية التي أرسنها ICNIRP أية تبعات معلومة على الصحة.<sup>18</sup> من بين مصادر المعلومات الإضافية معهد المهندسين الكهربائيين والالكترونيين. راجع IEEE(2005).

<sup>19</sup> الإرشادات بشأن التعرض المعنية بتعرض الجمهور العام مذكورة في القسم 2.1 من هذه الإرشادات.

- دفن الكبلات البحرية المغمورة عند المرور عبر الموانئ الحساسة في مناطق المد؛
- رصد مسار تمديد الكبل بحثاً عن وجود تديبات بحرية؛
- تجنب تمديد الكبلات البحرية المغمورة أثناء فترات تكاثر الأسماك والتديبات البحرية، وفترات الوضع، ومواسم التسرنة.

### المجالات الكهربائية والمغناطيسية

تعد المجالات الكهربائية والمغناطيسية خطوط قوة غير مرئية تنبعث من أي جهاز كهربائي (مثل خطوط الطاقة والمعدات الكهربائية) وتحيط به. وتنتج المجالات الكهربائية عن الجهد وتزيد شدتها كلما زاد الجهد. وتقاس شدة المجال الكهربائي بالفولت لكل متر (فولت/م). أما المجالات المغناطيسية فتنتج عن تدفق التيار الكهربائي وتزداد شدتها مع زيادة التيار. وتقاس المجالات المغناطيسية بوحدات الغاوس (G) أو تسلا (T)، حيث كل 1 تسلا يساوي 10000 غاوس. وتحجب المجالات الكهربائية بالمواد الموصلة للكهرباء، وغيرها من المواد، مثل الأشجار ومواد البناء. بينما تمر المجالات المغناطيسية عبر معظم المواد ويصعب حبسها. ويقال كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي بشكل سريع مع المسافة. ويقع تردد المجالات الكهرومغناطيسية لتردد الكهرباء في العادة ضمن النطاق الترددي من 50 إلى 60 هرتز، وهو ما يعد تردداً بالغ الانخفاض (ELF).<sup>14</sup>

على الرغم من وجود قلق جماهيري وعلمي بشأن الآثار الصحية المحتملة المرتبطة بالتعرض للمجالات الكهرومغناطيسية (ليس فقط تلك الناتجة عن خطوط الضغط

<sup>14</sup> National Institute of Environmental Health Sciences (2002)

### الزيوت العازلة والوقود

تستخدم الزيوت المعدنية العازلة، عالية النقاوة، في تبريد المحولات وتوفير عزل كهربائي بين المكونات الحية. وتوجد تلك الزيوت عادة بكميات كبيرة في المحطات الكهربائية الفرعية وورش الصيانة. ويمكن أن يستخدم سداسي فلوريد الكبريت (SF6) أيضاً كغاز عازل لمعدات التحويل الكهربائي وفي الكبلات، وخطوط النقل الأنبوبية، والمحولات. كما يمكن استخدام SF6 كبديل للزيوت العازلة. إلا أنه ينبغي التقليل من استخدام SF6 إلى أدنى حد حيث أنه يعد أحد غازات الاحتباس الحراري ويفوق ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير للغاية من حيث إمكانية الاحتراق العالمي. وفي حالة استخدام الغاز في التطبيقات التي تنطوي على ضغوط عالية (>350 كيلوفولت)، يجب استخدام معدات بمعدل تسرب منخفض (>99 في المائة).

من ناحية أخرى، تستخدم المحروقات البترولية السائلة للمركبات وغيرها من المعدات ويتم تخزينها في مواقع مشاريع نقل وتوزيع الطاقة. وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توصيات لمنع ومكافحة المخاطر المتعلقة بمنع حوادث الانسكاب، والاستجابة للطوارئ، وعمليات التنظيف، ومعالجة التربة الملوثة.

كانت المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور (PCB) تستخدم على نطاق واسع كسائل عازل لتوفير عزل كهربائي، إلا أنه تم إيقاف استخدامها إلى حد كبير نظراً لآثارها الضارة المحتملة على صحة الإنسان والبيئة. وتتضمن التوصيات بشأن التعامل مع المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور ما يلي:

- استبدال المحولات وغيرها من المعدات الكهربائية الحالية التي تستخدم المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور،

- دراسة إقامة المرافق الجديدة في مواقع من شأنها تجنب تعريض الجمهور لتلك المجالات أو الحد منه. تجنب تمديد خطوط نقل الطاقة الكهربائية أو المعدات ذات الضغط العالي فوق العقارات السكنية أو غيرها من الأماكن المعدة للإشغال البشري بمعدلات مرتفعة (مثل المدارس والمكاتب) أو إلى القرب منها؛
- في حالة التأكد من تجاوز مستويات المجالات الكهرومغناطيسية لحدود التعرض الموصى بها أو توقع ذلك، يجب دراسة تطبيق أساليب هندسية لتقليل المجالات الكهرومغناطيسية الصادرة عن خطوط الطاقة، أو المحطات الفرعية، أو المحولات. وتشمل أمثلة تلك الأساليب:

- الحجب بواسطة سبائك معادن محددة<sup>20</sup>
- دفن خطوط نقل الطاقة الكهربائية<sup>21</sup>
- زيادة ارتفاع أبراج نقل الطاقة الكهربائية
- تغيير حجم الموصلات، وتباعدها، وتوزيعها

### المواد الخطرة

تشمل المواد الخطرة في ذلك القطاع الزيوت / الغازات العازلة (مركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور [PCB]، وسداسي فلوريد الكبريت [SF6]، والوقود، إضافة إلى الكيماويات أو المنتجات المستخدمة في المحافظة على أخشاب الأعمدة وما يرتبط بها من مواد مستخدمة في الإنشاءات الخشبية. وقد سبق مناقشة استخدام مبيدات الأعشاب في صيانة الكساء النباتي بحق الطريق في القسم السابق بعنوان "صيانة حق الطريق".

<sup>20</sup> يعد ذلك فعالاً في تقليل التعرض للمجال الكهربائي، ولكنه غير فعال في حالة التعرض للمجال المغناطيسي.  
<sup>21</sup> المصدر السابق.



تكون أعلى ما يكون إلى جوار الأعمدة مباشرة وتقل لتصل ضمن الحدود الطبيعية على بعد 30 سنتيمتراً (سم) تقريباً من العمود.<sup>23</sup> وتحدث أكبر الآثار البيئية المحتملة في المنشآت المتخصصة في معالجة الأخشاب، إذا لم يتم التعامل معها بالشكل المناسب.

يجب إجراء معالجة مسبقة للأعمدة في منشأة مناسبة لضمان الثبات الكيميائي ومنع الترشح، ومنع تكون بقايا سطحية بحق الطريق<sup>24</sup>. وتتوفر معلومات إضافية في الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل مناشر الأخشاب والمنتجات الخشبية.

وتتضمن التدابير الموصى بها لمنع ومكافحة آثار المواد الحافظة للخشب في موقع الاستخدام ما يلي:

- تقييم تكاليف ومنافع استخدام مواد بديلة للأعمدة (مثل الصلب، الخرسانة، والألياف الزجاجية)؛
- دراسة استخدام مواد حافظة بديلة (مثل أزوت النحاس)؛
- القيام بالتخلص من الأعمدة المستعملة بشكل سليم. وينبغي لمقالب القمامة أن تكون قادرة على استيعاب النفايات التي تتصف بخصائص رشح الكيماويات. ويجب أن يوضع في الاعتبار عند التخلص منها بواسطة الإحراق (الترميد) أو إعادة التدوير، ما يصاحب ذلك من انبعاث للملوثات في الهواء وبقايا النواتج الثانوية للمواد الكيماوية الحافظة.

#### مبيدات الآفات

يجب أن يشكل استخدام مبيدات الآفات جزءاً من إستراتيجية للمكافحة المتكاملة للآفات وخطة موثقة لمكافحة الآفات.

وضمن تخزينها بشكل مناسب، وإزالة التلوث منها، والتخلص من الوحدات الملوثة؛

- قبيل التخلص النهائي من المحولات والمعدات المحتوية على PCB التي أخرجت من الخدمة، يجب تخزينها على منصة خرسانية مزودة بحواجز تكفي لاحتواء المحتويات السائلة لتلك الحاويات في حالة انسكابها أو تسربها. ويجب أن تكون منطقة التخزين مسقفة أيضاً لمنع تجمع التهطل فيها. ويجب استخدام معدات قادرة على نقل النفايات الخطرة المحتوية على PCB والتخلص منها بشكل آمن؛<sup>22</sup>

- يجب تقييم التربة المحيطة المعرضة لتسرب المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور من المعدات، وتنفيذ تدابير الإزالة و/أو المعالجة المناسبة، كما هو مبين في القسم المعني بالتربة الملوثة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

#### المواد الحافظة للخشب

تُعالج أكثر أعمدة المرافق الخشبية بمواد حافظة مبيدة للآفات لحمايتها من الحشرات، والبكتيريا، والفطريات، ومنع تعفنها. وتتألف المواد الحافظة التي يشيع استخدامها مع أعمدة الطاقة من مبيدات آفات زيتية مثل الكريوزوت، وبنثاكلوروفينول، وأرسينات (زرنخات) النحاس والكروم (CCA). وتُحد بعض البلدان من استخدام تلك المواد الحافظة نظراً لآثارها السمية على البيئة. فمن الممكن أن ترشح المواد الحافظة من الأعمدة أثناء الاستخدام، إلى التربة والمياه الجوية، إلا أن المستويات

<sup>22</sup> للاطلاع على مناقشة كاملة حول التعرف على المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور وكيفية التعامل معها في القطاع الصناعي، يرجى مراجعة مطبوعة UNEP بعنوان "PCB Transformers and Capacitors: From Management to Reclassification and Disposal" (2002). متاح على الموقع التالي: <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>

<sup>23</sup> (2003).Zagury et al  
<sup>24</sup> (2001)Lebow and Tippie

- تدريب الأفراد على طريقة رش مبيدات الآفات وضمان حصولهم على الشهادات الملائمة أو ما يعادلها من تدريب إذا لم تكن تلك الشهادات مطلوبة؛<sup>25</sup>
- مراجعة توجيهات الجهة المصنعة بشأن أقصى جرعة أو معالجة موصى بها، إضافة إلى التقارير المنشورة حول كيفية استخدام المعدل المخفض لرش مبيدات الآفات دون حدوث نقص في تأثيره، ورش الحد الأدنى من الجرعة الفعالة.
- رش مبيدات الآفات بناء على معايير (مثل الملاحظات الميدانية، بيانات الحالة الجوية، وقت المعالجة، والجرعة) والاحتفاظ بسجل لمبيدات الآفات لتسجيل تلك المعلومات.
- تجنب استخدام المنتجات المدرجة في تصنيف منظمة الصحة العالمية الموصى به لمبيدات الآفات حسب رتبة الخطر 1a و1b:
- تجنب استخدام المنتجات المدرجة في تصنيف منظمة الصحة العالمية الموصى به لمبيدات الآفات حسب رتبة الخطر II إذا كان البلد المضيف لا يفرض أية قيود على توزيع واستخدام هذه المواد الكيميائية، أو إذا كان من المحتمل سهولة حصول الأفراد على هذه المنتجات على الرغم من افتقارهم إلى التدريب السليم والمعدات والمرافق الملائمة لمناولة وتخزين هذه المنتجات واستخدامها والتخلص منها بالطريقة السليمة؛

وينبغي مراعاة المراحل التالية عند وضع وتنفيذ استراتيجية مكافحة المتكاملة للآفات مع إعطاء الأولوية لاستراتيجية مكافحة الآفات البديلة، وعدم استخدام المبيدات الحشرية الكيماوية التخليقية إلا كخيار أخير.

**بدائل استخدام مبيدات الآفات** - ينبغي أن يوضع في الاعتبار استخدام البدائل التالية لمبيدات الآفات:

- تدريب المسؤولين عن اتخاذ القرار بشأن رش مبيدات الآفات على التعرف على الآفات، والتعرف على الأعشاب الضارة، والاستطلاع الميداني؛
- استخدام الأساليب الميكانيكية لمكافحة الأعشاب الضارة و / أو الاقتلاع الحراري للأعشاب الضارة؛
- دعم واستخدام الكائنات النافعة مثل الحشرات، والطيور، والعنث، والعوامل الميكروبية، في مكافحة البيولوجية للآفات؛
- حماية الأعداء الطبيعيين للآفات من خلال توفير الموئل الملائم، مثل الشجيرات التي تتخذ كأماكن للتعشيش، أو أي كساء نباتي آخر من البيئة الأصلية يمكن أن يتخذ كماوى لمفترسات الآفات؛
- استخدام الحيوانات في الرعي في تلك المناطق وإدارة الغطاء النباتي؛
- استخدام وسائل مكافحة الميكانيكية مثل المصائد، والحواجز، والإضاءة، والصوت، لقتل الآفات، أو ترحيلها، أو طردها.

**رش مبيدات الآفات** - في حالة السماح برش مبيدات الآفات، يجب على المستخدمين اتخاذ الاحتياطات التالية:

<sup>25</sup> تقدم US EPA (2006) أمثلة على برامج التصديق التي تصنف مبيدات الآفات إلى "غير مصنفة" أو "مقيدة الاستخدام" وتلزم العمال الذي يقومون برش مبيدات الآفات غير المصنفة بالحصول على التدريب وفقاً لمعيار حماية العمال (170CFR Part 40) الخاص بمبيدات الآفات الزراعية. كما تلزم أيضاً بأن يتم رش المبيدات مقيدة الاستخدام بواسطة متخصص معتمد في رش مبيدات الآفات أو في وجوده.

الآفات باتباع التوصيات التالية المتعلقة بتخزين ومناولة المواد الخطرة الواردة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة. وتشمل التوصيات الإضافية ما يلي:

- تخزين مبيدات الآفات في عبواتها الأصلية، في مكان مخصص، جاف، وبارد، وغير متجمد، وبه تهوية جيدة، على أن يكون في الإمكان غلقها وتعريفها بشكل سليم بعلامات، مع قصر الوصول إليها على الأشخاص المصرح لهم فقط.<sup>29</sup> ويحظر تخزين أي أغذية للإنسان أو للحيوان في ذلك الموضع. ويجب تصميم حجرة التخزين بحيث يتوفر بها تدابير لاحتواء المواد المنسكبة وأن يوضع في الاعتبار عند تحديد موقعها احتمالات تلوث التربة والموارد المائية؛
- يجب أن يتم خلط ونقل مبيدات الآفات على يد أفراد مدربين في أماكن جيدة الإضاءة والتهوية، وباستخدام حاويات مصممة ومخصصة لهذا الغرض.
- لا ينبغي استخدام الحاويات لأي أغراض أخرى (مثل مياه الشرب). يجب تداول الحاويات الملوثة باعتبارها نفايات خطيرة، ومعاملتها على هذه الصفة. يجب أن يتم التخلص من الحاويات الملوثة بمبيدات الآفات بطريقة تتسق مع إرشادات منظمة الأغذية والزراعة وتوجيهات الجهة المصنعة؛<sup>30</sup>
- عدم شراء أو تخزين مبيدات آفات بكميات تزيد على الحاجة، مع تدوير المخزون منها باتباع مبدأ "ما يدخل أولاً، يخرج أولاً"، حتى لا تترك لتتقدم.<sup>31</sup> علاوة على ذلك، يجب تجنب استخدام مبيدات الآفات المتقدمة تحت

- تجنب استخدام مبيدات الآفات المندرجة في الملاحق ألف وباء من اتفاقية ستوكهولم، إلا تحت الظروف والشروط المشار إليها في الاتفاقية؛<sup>26</sup>
- ينبغي أن تستخدم فقط مبيدات الآفات المصنعة بموجب ترخيص صناعي والمسجلة والمعتمدة من قبل هيئة مختصة ووفقاً للمدونة الدولية لقواعد السلوك في توزيع واستخدام مبيدات الآفات لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو)؛<sup>27</sup>
- ينبغي ألا تستخدم سوى مبيدات الآفات التي تم توصيفها وفقاً للمعايير والقواعد الدولية مثل المبادئ التوجيهية المتعلقة بممارسة وضع العلامات السليمة لمبيدات الآفات المراجعة من قبل منظمة الأغذية والزراعة؛<sup>28</sup>
- اختيار تقنيات وممارسات رش المبيدات التي تهدف إلى تقليل الانجراف أو السيب غير المقصود كما هو مبين في برنامج مكافحة المتكاملة للآفات، وتحت ظروف محكمة؛
- صيانة ومعايرة معدات رش مبيدات الآفات وفقاً لتوصيات الجهة المصنعة؛
- إقامة مناطق أو أشرطة حماية غير معالجة على طول مصادر المياه، والأنهار، والجداول، والبرك، والبحيرات، والقنوات للمساعدة في حماية الموارد المائية.

**مناولة مبيدات الآفات وتخزينها** - يجب الحيلولة دون تلوين التربة، أو المياه الجوفية، أو الموارد المائية السطحية بفعل حوادث الانسكاب العارض أثناء نقل، وخلط- وتخزين مبيدات

<sup>26</sup> تضع Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (2001) ضوابط لاستخدام الملوثات العضوية الثابتة - مبيدات الآفات: ألدرين، كلوردين، دي دي تي، ديلدرين، إندرين، هبتاكلور، هكساكلوروبنزين، ميريكس، وتوكسافين.

<sup>27</sup> (2002) FAO منظمة الزراعة والأغذية

<sup>28</sup> منظمة الزراعة والأغذية (2000) FAO

<sup>29</sup> (2002) FAO

<sup>30</sup> راجع إرشادات منظمة الأغذية والزراعة بشأن التخلص من نفايات مبيدات الآفات وحاوياتها.

<sup>31</sup> راجع (1996) FAO منظمة الزراعة والأغذية

والتعرض للمواد الخطرة؛ والتعرض للمخاطر الكهربائية الناتجة عن استعمال الأدوات والآلات.

وتشمل مخاطر الصحة والسلامة المهنية المرتبطة تحديداً بمشاريع نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية بصفة أساسية ما يلي:

- خطوط الطاقة الحية
- العمل على ارتفاعات عالية
- المجالات الكهربائية والمغناطيسية
- التعرض للمواد الكيميائية

#### خطوط الطاقة الحية

يمكن أن يتعرض العمال لمخاطر مهنية نتيجة ملامسة خطوط الطاقة الحية خلال أعمال الإنشاء، والصيانة، والتشغيل. وتشمل تدابير منع ومكافحة المخاطر المرتبطة بخطوط الطاقة الحية ما يلي:

- السماح للعمال المدربين والمعتمدين فقط بتركيب المعدات الكهربائية، أو صيانتها، أو إصلاحها؛
- تعطيل خطوط توزيع الكهرباء الحية وتأريضها بشكل صحيح قبل إجراء أي أعمال عليها، أو بالقرب منها؛
- أن يقوم بالأعمال التي تجري على الأسلاك الحية عمال مدربون مع الالتزام الصارم بمعايير السلامة والعزل المحددة. يجب أن يكون العاملون المؤهلون أو المدربون الذين يعملون على أنظمة النقل والتوزيع قادرين على تحقيق ما يلي<sup>33</sup>:

أي ظرف من الظروف؛<sup>32</sup> ويجب إعداد خطة إدارة تتضمن تدابير لاحتواء جميع المخزونات المتقدمة، وتخزينها، وتدميرها نهائياً، وفقاً لإرشادات منظمة الأغذية والزراعة وبالانساق مع الالتزامات القطرية بموجب اتفاقيات ستوكهولم، وروتterdam، وبازل.

- جمع مياه الشطف المستخدمة في تنظيف المعدات لإعادة استخدامها (في تخفيف مبيدات الآفات المماثلة إلى التركيزات المستخدمة في رشها، على سبيل المثال)؛
- التأكد من تنظيف الملابس الواقية التي يتم ارتداؤها أثناء رش مبيدات الآفات أو التخلص منها بطريقة مسؤولة من الناحية البيئية
- تطبيق مسافات التراجع عن فوهة بئر الإمداد بالمياه الجوفية عند رش مبيدات الآفات أو تخزينها
- الاحتفاظ بسجلات يسجل بها استخدام مبيدات الآفات وفعاليتها.

## 1.2 الصحة والسلامة المهنية

معظم قضايا الصحة والسلامة المهنية التي تقع أثناء إنشاء مشاريع توزيع الطاقة الكهربائية، وتشغيلها، وصيانتها، وإيقاف تشغيلها تماثل تلك التي تحدث في المنشآت الصناعية الكبيرة، وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة طرق منعها ومكافحتها. وتشمل تلك الآثار، من بين ما تشمل، التعرض للمخاطر المادية الناتجة عن استخدام المعدات الثقيلة والرافعات؛ ومخاطر التعثر والسقوط؛ والتعرض للغبار والضوضاء؛ وسقوط الأشياء؛ والعمل في الأماكن المحصورة؛

<sup>33</sup> يتوفر مزيد من المعلومات لدى الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية (OSHA). متاح على الموقع التالي:

<http://www.osha.gov/SLTC/powertransmission/standards.html>

<sup>32</sup> راجع منشور منظمة الأغذية والزراعة بشأن دليل تخزين مبيدات الآفات وإدارة المخزون. FAO Pesticide Disposal Series No. 3. (1996).

- المحددة لأعمال الحفر، والأدوات، والمركبات، والتقليم، وغير ذلك من أعمال؛
- لا ينبغي تقليل الحد الأدنى لمسافات الاقتراب عند استخدام القضيب المعزول للعمل على الخطوط الحية إلا إذا كانت المسافة المتبقية أكبر من المسافة بين الجزء المكهرب والسطح المؤرض.

#### العمل على ارتفاع عال فوق الأعمدة والهيكل

يمكن أن يتعرض العمال لمخاطر مهنية عند العمل على ارتفاع عال خلال أعمال الإنشاء، والصيانة، والتشغيل. وتشمل تدابير منع ومكافحة المخاطر عند العمل على ارتفاعات عالية ما يلي:

- اختبار سلامة الهيكل قبل القيام بالعمل؛
- تنفيذ برنامج للحماية من السقوط يتضمن التدريب على أساليب التسلق واستخدام تدابير الحماية من السقوط؛
- فحص معدات الحماية من السقوط، وصيانتها، واستبدال التالف منها؛ وإنقاذ العمال المعلقين، من بين أشياء أخرى؛
- وضع معايير لاستخدام وسائل الحماية التامة من السقوط بنسبة 100 في المائة (في العادة عند العمل على ارتفاع يفوق المترين فوق سطح العمل، ولكن يمكن أن يمتد إلى 7 أمتار، حسب طبيعة العمل). ويجب أن يكون نظام الحماية من السقوط مناسباً لهيكل البرج والحركات اللازمة، بما في ذلك الصعود، والهبوط والتحرك من نقطة إلى أخرى؛
- تركيب مثبتات على أجزاء البرج لتيسير استخدام أنظمة الحماية من السقوط؛
- تزويد العمال بالأنظمة المناسبة من الأجهزة المساعدة في ضبط موضع العمل. ويجب أن تكون وصلات أنظمة ضبط الوضع متوافقة مع مكونات البرج الموصلة به؛

- التمييز بين الأجزاء الحية وغيرها من الأجزاء في النظام الكهربائي
- تحديد جهد الأجزاء الحية
- معرفة مسافات الاقتراب الدنيا المبينة لجهود الخطوط الحية المحددة
- التأكد من الاستخدام الصحيح لمعدات وإجراءات السلامة الخاصة عند العمل بالقرب أو في الأجزاء المكهربة المكشوفة في النظام الكهربائي
- لا ينبغي للعمال الاقتراب من الأجزاء المكشوفة المكهربة أو الموصلة حتى ولو كانوا مدربين تدريباً مناسباً إلا في الحالات التالية:
  - عزل العامل بشكل مناسب عن الجزء المكهرب بواسطة القفازات أو غيره من وسائل العزل المعتمدة؛ أو
  - عزل الجزء المكهرب عن العامل وكذلك أي عنصر موصل آخر؛ أو
  - العامل منعزل ومعزول بشكل صحيح عن أي عنصر آخر موصل (أعمال الخطوط الحية).
- في حالة الحاجة إلى إجراء صيانة وتشغيل ضمن الحدود الدنيا لمسافة التباعد، يجب أن يحدد في خطة الصحة والسلامة، التدريب النوعي، وتدابير السلامة، وأجهزة السلامة الشخصية، وغيرها من الاحتياطات اللازمة. (يبين الجدول 2 في القسم 2.2 الحدود الدنيا الموصى بها لمسافات التباعد التي توفر السلامة للعمال)؛
- يجب على العمال غير المتصلين بشكل مباشر بأعمال نقل وتوزيع الطاقة الذي يعملون حول خطوط الطاقة أو محطات الطاقة الفرعية الالتزام بالقوانين، والمعايير، والإرشادات المحلية ذات الصلة بمسافات الاقتراب الدنيا

الحيلولة دون التعرض المهني للمجالات الكهرومغناطيسية أو تقليله إلى أدنى حد من خلال إعداد وتنفيذ برنامج للسلامة من المجالات الكهرومغناطيسية يتضمن العناصر التالية:

- التعرف على مستويات التعرض المحتملة في موقع العمل، بما في ذلك إجراء اختبارات مسحية لمستويات التعرض في المشاريع الجديدة واستخدام أجهزة رصد شخصية أثناء الأنشطة التشغيلية؛
- تدريب العمال على التعرف على مستويات ومخاطر على مستويات المجالات الكهرومغناطيسية المهنية؛
- إقامة مناطق سلامة والتعريف بها لتمييزها عن مناطق العمل التي يتوقع أن يوجد بها مستويات مرتفعة للمجالات الكهرومغناطيسية بالمقارنة بالمستويات المقبولة للتعرض العام، وقصر دخولها على العمال المدربين تدريباً جيداً؛
- تنفيذ خطط عمل تتناول مخاطر التعرض المحتملة أو المؤكدة التي تتجاوز مستويات التعرض المهني المرجعية التي وضعتها المنظمات الدولية مثل اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP)، ومعهد المهندسين الكهربائيين والالكترونيين (IEEE)<sup>36</sup>. ويجب ضبط معدات رصد التعرض الشخصية بحيث تقوم بالإبلاغ عن مستويات التعرض التي دون المستويات المرجعية للتعرض المهني (50 في المائة منها على سبيل المثال). ويمكن أن تتضمن خطط العمل التي تتناول التعرض المهني تحديد زمن التعرض من خلال تناوب العمل، وزيادة المسافة بين المصدر والعامل، إن كان ذلك ممكناً من الناحية العملية، أو استخدام مواد حاجبة.

- يجب أن تكون معدات الرفع مقننة بشكل سليم، وبحالة جيدة، وأن يكون عامل تشغيلها مدرباً تدريباً جيداً؛
- يجب ألا تقل أحزمة السلامة عن 16 مليمتراً (م) (5/8 بوصة) من النايلون المقوى (اثنتين في واحد) أو أي مادة أخرى مكافئة له في الشدة. يجب استبدال أحزمة السلامة الحبلية قبل أن تظهر بوضوح أية علامات تقادم أو اهتراء على الألياف؛
- عند تشغيل الآلات الكهربائية على ارتفاع عال، يجب على العمال استخدام حزام سلامة آخر (كاحتياطي)؛
- يجب إزالة أية لافتات أو أي معوقات أخرى من الأعمدة أو الهياكل قبل الشروع في العمل؛
- يجب استخدام حقيبة أدوات معتمدة لرفع أو خفض الأدوات أو المواد إلى العمال الذين يعملون على الهياكل.

### المجالات الكهربائية والمغناطيسية

يحتوي القسم 1.1 أعلاه على شرح للمجالات الكهربائية والمغناطيسية. يتعرض عمال المرافق الكهربائية في العادة للمجالات الكهرومغناطيسية أكثر من الجمهور العام نظراً لعملهم بالقرب من خطوط الطاقة الكهربائية.<sup>34, 35</sup> يجب

<sup>34</sup> قدرت دراسة أجريت عام 1994 متوسط تعرض عمال الكهرباء (بما في ذلك العاملين في وظائف مرافق الكهرباء وغيرها من الصناعات) في لوس أنجلوس، بكاليفورنيا بمقدار 9.6 مللي غاوس، في مقابل 1.7 مللي غاوس يتعرض لها العاملون في مجالات أخرى (S. J. London et al., 1994).

<sup>35</sup> على الرغم من أن الدراسات التفصيلية التي تناولت التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية في أماكن العمل بكل من الولايات المتحدة، وكندا، وفرنسا، وعدة بلدان في الشمال الأوروبي لم تتوصل إلى وجود صلة قاطعة أو ارتباط بين التعرض المهني النموذجي للمجالات الكهرومغناطيسية وبين حدوث آثار عكسية على الصحة، إلا أن بعض الدراسات توصلت إلى وجود ارتباط محتمل بين التعرض المهني للمجالات الكهرومغناطيسية والإصابة بالسرطان، مثل سرطان الدماغ (National Institute of S.U. Environmental Health Sciences 2002) مما يدل على وجود شواهد يمكن أن تثير قلقاً محدوداً.

<sup>36</sup> الإرشادات بشأن التعرض المهنية بالتعرض المهني الصادرة عن ICNIRP المذكورة في القسم 2.2 من هذه الإرشادات.

- التأكد من اتباع الممارسات الصحية (وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة وخطة مكافحة الآفات) لتجنب تعرض أفراد الأسرة لبقايا مبيدات الآفات.

#### المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور

ينطوي العمل في ورش الصيانة وغيرها من المرافق، والأنشطة على احتمالات ملامسة المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور أو الآلات الملوثة بها. وتشمل الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توصيات بشأن التعرض للمواد الكيميائية، بما في ذلك المركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور.<sup>38</sup>

### 1.3 صحة وسلامة المجتمع المحلي

تعد الآثار الناجمة عن أعمال إنشاء وإيقاف تشغيل خطوط نقل وتوزيع الطاقة على صحة وسلامة المجتمع المحلي مماثلة لتلك التي تؤثر على معظم المرافق الصناعية الكبيرة، وقد تم تناولها بالتوضيح في الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة. وتشمل تلك الآثار، من بين ما تشمل، الغبار، والضوضاء، والاهتزازات الناجمة عن حركة مركبات الإنشاء، والأمراض المعدية المصاحبة لتدفق عمالة البناء المؤقتة. وبالإضافة إلى المعايير العامة للصحة والسلامة المبينة في الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة، ينتج عن تشغيل خطوط توزيع الطاقة الحية الآثار التالية التي ترتبط تحديداً بتلك الصناعة:

- الصعق الكهربائي

### التعرض للمواد الكيميائية

تشمل حالات التعرض المهني للمواد الكيميائية في ذلك القطاع، بصفة أساسية، مناولة مبيدات الآفات (مبيدات الأعشاب) المستخدمة في صيانة حق الطريق، والتعرض للمركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور في المحولات والمكونات الكهربائية الأخرى.

#### مبيدات الآفات

تمثل الآثار المرتبطة بمبيدات الآفات على الصحة والسلامة المهنية تلك الآثار التي تحدثها المواد الخطرة الأخرى، وتتناول الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة طرق منعها ومكافحتها. وتشمل حالات التعرض المحتملة لمبيدات الآفات ملامسة الجلد والاستنشاق، سواء أثناء التخزين، أو الإعداد، أو الوضع. ويمكن أن يزيد مفعول تلك الآثار حسب الأحوال المناخية كالرياح، والتي من الممكن أن تزيد من فرص الانجراف غير المقصود، أو درجات الحرارة المرتفعة، التي قد تعوق استخدام معدات الحماية الشخصية. وتشمل التوصيات المرتبطة تحديداً باستخدام مبيدات الآفات:

- تدريب الأفراد على طريقة استخدام مبيدات الآفات وضمان حصولهم على الشهادات اللازمة<sup>37</sup> أو ما يعادلها من تدريب إذا لم تكن تلك الشهادات مطلوبة؛
- الالتزام بالفترات الفاصلة بعد المعالجة لتجنب تعرض المشغل للمحاصيل التي عليها بقايا مبيدات الآفات لدى دخوله مرة أخرى؛

<sup>38</sup> يمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن كيفية التعامل مع التعرض المهني للمركبات ثنائية الفينيل المتعدد الكلور في منشور UNEP بعنوان "From BCP to Reclassification and Disposal" (2002) متاح على الموقع التالي: <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>

<sup>37</sup> تصنف US EPA مبيدات الآفات إلى "غير مصنفة" أو "مقيدة الاستخدام". ويجب على جميع العمال الذين يقومون برش مبيدات الآفات غير المصنفة الحصول على التدريب وفقاً لمعيار حماية العمال (40 CFR Part 170 and 171) الخاص بمبيدات الآفات الزراعية. ويجب أن ترش المبيدات مقيدة الاستخدام بواسطة متخصص معتمد في رش مبيدات الآفات أو في وجوده. لمزيد من المعلومات، راجع <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>

على الموصلات مما يؤثر على استقبال الموجات اللاسلكية في المناطق السكنية بالقرب من خطوط نقل الطاقة الكهربائية.

### المتعة البصرية

يعد نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية ضرورياً لنقل الطاقة

الكهربائية من محطات الطاقة الكهربائية إلى التجمعات

السكنية، ولكنها تشكل اعتداء بصرياً وتعد غير مرغوب فيها من جانب السكان المحليين. وللتخفيف من حدة الآثار البصرية لمشاريع توزيع الطاقة الكهربائية، يجب تنفيذ إجراءات التخفيف التالية:

- إجراء مشاورات عامة مكثفة أثناء التخطيط لمواقع خطوط الطاقة الكهربائية وحقوق الطريق الخاصة بها؛
- إجراء تقييم دقيق للتغير في قيمة العقارات نظراً لقربها من خطوط الطاقة الكهربائية؛
- إقامة خطوط الطاقة الكهربائية، وتصميم المحطات الفرعية، مع إيلاء الاعتناء الواجب بالمناظر الطبيعية والسمات البيئية والمجتمعية الهامة؛
- وضع خطوط النقل والتوزيع عالية الجهد في المناطق قليلة الكثافة السكانية، إن أمكن؛
- دفن خطوط النقل أو التوزيع في حالة الحاجة إلى نقل الطاقة الكهربائية عبر المناطق السكنية أو التجارية المكتظة.

### الضوضاء والأوزون

كثيراً ما تسمع ضوضاء على هيئة زن أو طنين حول المحولات أو خطوط الضغط العالي التي تنتج تقريباً حالياً. كما ينتج أيضاً غاز الأوزون عديم اللون ذي الرائحة الحادة. ولكن الضوضاء والأوزون الناتجين من خطوط توزيع الطاقة

- التداخل الكهرومغناطيسي
- المتعة البصرية
- الضوضاء والأوزون
- سلامة الملاحة الجوية

### الصعق الكهربائي

تحدث المخاطر الأكثر ارتباطاً بشكل مباشر بخطوط ومرافق نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية نتيجة للصعق الكهربائي جراء الملامسة المباشرة للكهرباء عالية الجهد أو من ملامسة الأدوات، أو المركبات، أو السلالم، أو الأدوات الأخرى الملامسة للكهرباء عالية الجهد. وتشمل الأساليب الموصى بها للحيلولة دون تلك المخاطر ما يلي:

- استخدام اللافتات، والحواجز (مثل وضع أقفال على الأبواب، وضع بوابات، استخدام أعمدة من الصلب تحيط بأبراج نقل الطاقة الكهربائية، خاصة في المناطق الحضرية)، وتوعية / إرشاد الجمهور العام لمنعهم من ملامسة المعدات التي تنطوي على خطورة؛
- تأريض العناصر الموصلة (مثل الأسبجة وغيرها من الهياكل المعدنية) المنصوبة بالقرب من خطوط الطاقة، لمنع حدوث صدمات كهربائية.

### التداخل الكهرومغناطيسي

قد يتسبب التفريغ الهالي لموصلات خطوط نقل الطاقة الكهربائية العلوية (الهوائية) والتيارات عالية التردد لها في إنتاج ضوضاء لاسلكية. وفي العادة، يتم إنشاء حقوق طريق خطوط نقل الطاقة الكهربائية وحزم الموصلات، بطريقة تضمن استقبال الموجات اللاسلكية خارج حدودها بشكل طبيعي. ولكن، في فترات سقوط الأمطار، أو الأمطار نصف المتجمدة، أو الأمطار المتجمدة، تزيد الهالة المتدفقة زيادة حادة



- تجنب نصب خطوط وأبراج النقل بالقرب من المطارات وخارج أغلفة مسارات الطيران المعروفة؛
- التشاور مع السلطات التنظيمية للحركة الجوية قبل نصبها؛
- الالتزام باللوائح التنظيمية الإقليمية والوطنية لسلامة الحركة الجوية؛
- استخدام الخطوط المدفونة عندما يكون التمديد ضرورياً في مناطق طيران حساسة.

## 2.0 رصد الأداء ومؤشراته

### 2.1 البيئة

#### الإرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة

لا ينتج عن قطاع نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في العادة، الكثير من الانبعاثات في البيئة الهوائية أو النفايات السائلة. في حالة وجود غبار أو سيب من الماء الذي يحتمل أن يكون ملوثاً، يجب أن تلتزم العمليات الجارية في الموقع بالمبادئ والإرشادات الواردة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة لتكون مستوفية للإرشادات الخاصة بالهواء المحيط والمياه السطحية. ويورد الجدول 1 حدود التعرض الخاصة بتعرض الجمهور العام للمجالات الكهربائية والمغناطيسية المنشورة من قبل اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين.

الجدول 1 - حدود التعرض الخاصة بتعرض الجمهور العام للمجالات الكهربائية والمغناطيسية المنشورة من قبل اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين

التردد	المجال الكهربائي (فولت/م)	المجال المغناطيسي (ميكروتسلا)
50 Hz	5000	100

الكهربائية أو المحولات لا يتسببان في أية مخاطر صحية معلومة.<sup>39</sup>

أما الضوضاء السمعية التي تصدرها خطوط النقل فتكون أعلى في خطوط الضغط العالي (400-800 كيلو فولت) بل وأعلى منها مع خطوط الضغط فوق العالي (1000 كيلو فولت وأعلى).<sup>40</sup> وتصل الضوضاء إلى أقصاها في فترات التهطل، بما في ذلك هطول الأمطار، أو المطر نصف المتجمد (الجمد)، أو الثلج أو البرد، أو نتيجة للضباب. وعادة ما يحجب صوت الأمطار الضوضاء الزائدة الصادرة عن خطوط النقل، ولكن أثناء الصور الأخرى من التهطل (مثل الثلوج والجمد) والضباب، تسبب الضوضاء الصادرة من خطوط الطاقة الكهربائية العلوية إزعاجاً للسكان القريبين منها.

ويمكن تناول تدابير التخفيف من حدة تلك الآثار خلال مراحل تخطيط المشروع بحيث يتم تحديد موقع حق الطريق بعيداً عن المستقبلات البشرية، إلى أقصى حد ممكن. كما يمكن دراسة وضع حواجز للضوضاء أو أجهزة سمعية حاجبة للضوضاء حسب الضرورة.

#### سلامة الملاحة الجوية

يمكن أن تؤثر أبراج نقل الطاقة الكهربائية تأثيراً مباشراً على سلامة الملاحة الجوية بالتسبب في حوادث اصطدام، أو غير مباشر بالتداخل مع الرادار، في حالة وجودها بالقرب من أحد المطارات أو مسارات طيران معروفة. ويمكن التخفيف من آثار الاصطدام بالطائرات من خلال:

<sup>39</sup> WHO (1998)  
<sup>40</sup> Gerasimov (2003)

من قبل المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة المهنية الحكوميين (ACGIH)،<sup>41</sup> ودليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة من قبل المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية (NIOSH)،<sup>42</sup> وحدود التعرض المسموح بها (PELs) المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية (OSHA)،<sup>43</sup> والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي،<sup>44</sup> أو ما يشابهها من مصادر.

وتتوفر مؤشرات إضافية تنطبق تحديداً على أعمال نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية من بينها، المسافات الدنيا للعمل الآمن للعاملين المدربين الواردة في الجدول 2 وحدود التعرض المحددة من قبل اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين الخاصة بالتعرض المهني للمجالات الكهربائية والمغناطيسية الواردة في الجدول 3.

الجدول 2 - الحد الأدنى لمسافات العمل مع التيار المتردد للعاملين المدربين	
الحد الأدنى لمسافة العمل ومسافة الابتعاد عند العمل بالقضيب المعزول على الخطوط الحية (بالمتر)	نطاق الجهد (طور إلى طور - كيلو فولت)
0.6	2.1 إلى 15
0.71	15.1 إلى 35
0.76	35.1 إلى 46

<sup>41</sup> متاح على الموقعين التاليين:

<http://www.acgih.org/TLV/>  
<http://www.acgih.org/store/>

<sup>42</sup> متاح على الموقع التالي:

<http://www.cdc.gov/niosh/npq/>

<sup>43</sup> متاح على الموقع التالي:

[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDAR](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDAR)

DS&p\_id=9992  
<sup>44</sup> متاح على الموقع التالي:

[http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oe/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oe/)

83	4150	60 Hz
المصدر: ICNIRP (1998) : "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz).		

### الرصد البيئي

يجب تطبيق برامج الرصد البيئي الخاصة بذلك القطاع للتعامل مع جميع الأنشطة التي تم تحديد كونها تحدث آثاراً كبيرة محتملة على البيئة، أثناء العمليات العادية وفي الظروف المضطربة. ويجب أن تستند أنشطة الرصد البيئي إلى المؤشرات المباشرة وغير المباشرة المطبقة على مشروع بعينه للانبعاثات والنفائيات السائلة واستخدام الموارد. وينبغي أن يكون معدل تكرار الرصد بالقدر الكافي لتوفير بيانات تمثيلية للمعايير الجاري رصدها.

ويجب أن يقوم بعمليات الرصد أفراد مدربين وفقاً لإجراءات الرصد والاحتفاظ بالسجلات مع استخدام معدات تجري معايرتها وصيانتها على نحو سليم. كما ينبغي تحليل بيانات الرصد ومراجعتها على فترات منتظمة ومقارنتها بالمعايير التشغيلية حتى يتسنى اتخاذ أي إجراءات تصحيحية لازمة. وتتوفر إرشادات إضافية عن الطرق المطبقة لأخذ العينات وتحليل الانبعاثات والسبب في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

## 2.2 الصحة والسلامة المهنية

### إرشادات الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالمقارنة مع إرشادات التعرض المنشورة دولياً، والتي تشمل على سبيل المثال، قيمة الحد الأقصى المقبول للتعرض (TLV®) وإرشادات التعرض المهني ومؤشرات التعرض البيولوجي (BEIs®) المنشورة

مكتب إحصاءات العمل الأمريكي وإدارة الصحة والسلامة  
بالمملكة المتحدة)<sup>45</sup>

### رصد الصحة والسلامة المهنية

يجب أن تكون بيئة العمل ذات صلة بالمخاطر المهنية التي  
ينطوي عليها مشروع بعينه. وينبغي تصميم الرصد والقيام به  
على أيدي متخصصين معتمدين<sup>46</sup> كجزء من برنامج رصد  
الصحة والسلامة المهنية. كما يجب على المنشآت الاحتفاظ  
بسجلات عن الحوادث والأمراض المهنية والأحداث والحوادث  
الخطرة. وتتوفر إرشادات إضافية عن برامج رصد الصحة  
والسلامة المهنية في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة  
والسلامة.

0.91	46.1 إلى 72.5
1.01	72.6 إلى 121
1.06	138 إلى 145
1.11	161 إلى 169
1.5	230 إلى 242
2.13 <sup>ب</sup>	345 إلى 362
3.35 <sup>ب</sup>	500 إلى 552
4.5 <sup>ب</sup>	700 إلى 765

OSHA  
<sup>ب</sup> ملحوظة: من 362-345 كيلو فولت، 552-500 كيلو فولت  
و765-700 كيلو فولت، يمكن تقليل الحد الأدنى لمسافة العمل والحد  
الأدنى للابتعاد عند العمل بالقضيب المعزول على الخط الحي شريطة  
ألا تكون تلك المسافات أقل من أقصر مسافة بين الجزء المكهرب  
والسطح المؤرض.

### الجدول 3 - حدود التعرض الخاصة بتعرض الجمهور العام للمجالات الكهربائية والمغناطيسية المنشورة من قبل اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين

التردد	المجال الكهربائي (فولت/م)	المجال المغناطيسي (ميكروتسلا)
50 Hz	10,000	500
60 Hz	8300	415

**المصدر:**  
ICNIRP (1998) : "Guidelines for limiting exposure to time-varying  
electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300  
GHz

### معدلات الحوادث والوفيات

يجب أن تحاول المشروعات تقليل عدد الحوادث التي يتعرض  
لها العاملون (أي العاملين المباشرين أو المقاولين من الباطن)  
إلى حد العدم، خاصة الحوادث التي من شأنها أن تؤدي إلى  
ضياح وقت العمل، أو مختلف درجات الإعاقة، أو حتى  
الوفيات. ويجب إجراء مقارنة معيارية بين المعدلات السائدة  
في المنشأة وبين أداء المنشآت الأخرى في هذا القطاع في  
البلدان المتقدمة من خلال الرجوع إلى المصادر المنشورة (مثل

<sup>45</sup> متاح على الموقعين التاليين:

<http://www.bls.gov/iif/>

<http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

<sup>46</sup> يشمل المتخصصون المعتمدون الخبراء الصحيين المعتمدين، وخبراء  
الصحة المهنية المسجلين، أو أخصائيي السلامة المعتمدين أو المناظرين  
لهم.

### 3.0 ثبت المراجع والمصادر الإضافية

Ahlbom, E Cardis et al: Review of the epidemiologic literature on EMF and health. Environ Health Perspect 109:911-933, 2001.

Alberta Human Resources and Employment. 2003. Alberta Occupational Health & Safety Code. Available online at: <http://www3.gov.ab.ca/hre/whs/law/ohs.asp>.

Anderson, S.H. 1991. Managing our wildlife resources. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.

Avian Power Line Interaction Committee. 2005. Avian Protection Plan (APP) Guidelines.

BC Hydro. 2006. BC Hydro 7 Steps to Electrical Safety. Available online at: <http://www.bchydro.com/safety/work/work671.html>.

Blackwell B.A., G. Shrimpton, F. Steele, D.W. Ohlson and A. Needoba. 2004. Development of a Wildfire Risk Management System for BC Transmission Corporation Rights-of-Way. Technical Report submitted to British Columbia Transmission Corporation.

Carlisle, S.M., and J.T. Trevors. 1987. Glyphosate in the environment. Water, Air, and Soil Poll. 39:409-20.

California Energy Commission. 2005. Assessment of Avian Mortality from Collisions and Electrocutions. Staff Report prepared June, 2005.

Crowder, Michael R. and Olin E. Rhodes, Jr. 1999. Avian Collisions with Power Lines: A Review. Proceedings of a workshop on Avian Interactions With Utility and Communication Structures Charleston, South Carolina, December 2-3 1999. Edited by Richard G. Carlton. Electric Power Research Institute.

Danish Agricultural Advisory Service (DAAS), 2000. Reduced pesticide use without loss of effect.

Duke Energy. 2006. Transmission Right of Way. Online at: <http://www.nantahalapower.com/community/row/whatis/transmission.asp>

Feldman, Jay and Terry Shistar. 1997. Poison Poles: A Report about Their Toxic Trail and Safer Alternatives. Prepared by the National Coalition Against the Misuse of Pesticides.

Food and Agriculture Organization (FAO) International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (2003). Available online at: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4544E/Y4544E00.HTM>

FAO. 1995. Revised Guidelines on Good Labeling Practice for Pesticides. Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/r.htm>

FAO. 1996. Pesticide Storage and Stock Control Manual. FAO Pesticide Disposal Series N°3. Rome: FAO. Available at [http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index\\_en.htm](http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index_en.htm)

[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm)

FAO. 1999. Guidelines for the Management of Small Quantities of Unwanted and Obsolete Pesticides. FAO Pesticide Disposal Series N°7. Rome: UNEP/WHO/FAO. Available at [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm)

FAO. 2000. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Rome: FAO, Land and Plant Nutrition Management Division. Available at <http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm> <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf>

FAO. 2001. Guidelines on Procedures for the Registration, Certification and Testing of New Pesticide Equipment. Available at: <http://www.fao.org/docrep/006/Y2683E/Y2683E00.HTM#1>

FAO. 2002. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (revised version November 2002). Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/download/Code.doc>

Georgia Power. 2006. Managing Transmission Rights of Way: Vegetation Management. Available online at: <http://www.southerncompany.com/gapower/community/vegetation.asp?mnuOpc=&gpc&mnuType=sub&mnuItem=tt>

Health Physics Society (1998) Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Volume 74, Number 4, pp 494-521

Gerasimov, A.S. 2003. Environmental, Technical and Safety Codes, Laws and Practices Related to Power Line Construction in Russia.

Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields: National Institutes of Health, Research Triangle Park, NC, 1999. Available online at: [http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF\\_DIR\\_RPT/Report\\_18f.htm](http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF_DIR_RPT/Report_18f.htm)

Institute of Electronics and Electrical Engineers. 2005. Standard C95.1-2005: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz

International Agency for Research on Cancer. 2002. Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Report No. 80. Available online at: <http://www.cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol80/80.html>

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, Health Physics 74 (4): 494-522 (1998). Available online at: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

Lebow, Stan T. and Michael Tippie. 2001. Guide for Minimizing the Effect of Preservative-Treated Wood on Sensitive Environments. Technical report prepared for the United States Department of Agriculture.

London, S.J., J.D. Bowman, E. Sobel, D.C. Thomas, D.H. Garabrant, N. Pearce, L. Bernstein, and J. M. Peters. 1994. Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles County. American Journal of Industrial Medicine 26:47-60.

Manville, Albert M. 2005. Tall Structures: Best Management Practices for Bird-Friendly Tall Buildings, Towers and Bridges – U.S. Fish and Wildlife Service Recommendations to Address the Problem. Prepared for the U.S. Fish and Wildlife Service.

New Zealand Ministry of Consumer Affairs. 2001. New Zealand Code of Practice for Electrical Safe Distances.

Raptor Protection Video Group. 2000. Raptors at Risk. EDM International, Inc. Fort Collins, Colorado.

Santee Cooper. 2002. Vegetation Management FAQ. Online at: [www.santeecooper.com/environment/vegmanagement/vegetation\\_faq.html](http://www.santeecooper.com/environment/vegmanagement/vegetation_faq.html)

Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (2001). Available online at: <http://www.pops.int/>

Tse, Norman C. and Haboush, Alfred L. 1990. World's Tallest Towers Support 500-kV River Crossing. Transmission & Distribution International.

United Kingdom (U.K.) Parliament. Trade and Industry. 2001: Tenth Report. Available online at: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200001/cmselect/cmtrdind/330/33002.htm#evidence>

U.K. Health and Safety Executive, HSE statistics. Available online at: <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

United Kingdom National Radiological Protection Board (NRPB) (now the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency). Advisory Group on Non-Ionising Radiation (AGNIR). 2001. ELF Electromagnetic Fields and the Risk of Cancer: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Didcot, UK: NRPB.

United States (U.S.) Environmental Protection Agency. 2006. Polychlorinated Biphenyls (PCB's). Available online at: <http://www.epa.gov/pcb/pubs/effects.html>

U.S. Department of Defense. 2004. Unified Facilities Criteria: Power Distribution Systems. Available online at: [http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc\\_3\\_550\\_03n.pdf](http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_3_550_03n.pdf)

U.S. Bureau of Labor Statistics. Injuries, Illnesses, and Fatalities program. Available online at: <http://www.bls.gov/iif/>

U.S. Occupational Safety and Health Administration. 1994. The Electric Power Generation, Transmission and Distribution Standards. Available online at: [www.osha.gov](http://www.osha.gov).

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 2002. EMF Questions and Answers. EMF Rapid. Electric and Magnetic Fields Research and Public Information and Dissemination Program. Available online at: <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/booklet>.

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 1999. NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields.

Western Australia Office Of Energy. 1998. Guidelines for Electricity Transmission and Distribution Work in Western Australia. Available online at: [http://www.energysafety.wa.gov.au/energysafety/media\\_include/code\\_trans\\_dist.pdf](http://www.energysafety.wa.gov.au/energysafety/media_include/code_trans_dist.pdf).

World Health Organization. 1998. Electromagnetic fields and public health: extremely low frequency (ELF) Fact Sheet. Available online at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/en/>.

World Health Organization (WHO). 2005. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification: 2004. Geneva: WHO. Available at [http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard/en/index.html](http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html) and [http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard\\_rev\\_3.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf)

Worksafe B.C. Occupational Health and Safety Regulation. 2006. Part 19 Electrical Safety. Available online at: <http://www2.worksafebc.com/publications/OHSRegulation/Part19.asp>.

Zagury, GJ; Samson, R; Deschenes, L. 2003. Occurrence of metals in soil and ground water near chromated copper arsenate-treated utility poles. J. Environ. Qual. 32(2):507-14.

Zielke, K., J.O. Boateng, N. Caldicott and H. Williams. 1992. Broom and Gorse in British Columbia A Forest Perspective Analysis. BC Ministry of Forests, Silviculture branch. 19 pp.

## الملحق (أ): الوصف العام لأنشطة الصناعة

وتشمل أنشطة تطوير وإقامة المشروع في العادة إنشاء طريق الوصول أو تطويره، وإعداد وتطوير الموقع، والإزالة الاختيارية للكساء النباتي، في حالة وجوده، وتمهيد التربة وحفرها من أجل تثبيت الأساسات الإنشائية ومرافق الموقع. وتعد تلك الأنشطة من الأنشطة النموذجية التي تتم في مشاريع التطوير الصناعي وتتوقف على عدد من العوامل، منها طبوغرافية المنطقة، والخصائص الهيدرولوجية، وتخطيط الموقع المطلوب، علاوة على عوامل أخرى. كما تشمل الأنشطة المرتبطة بتطوير وإنشاء مشاريع نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، بصفة عامة، إزالة الكساء النباتي لإنشاء حق الطريق لخط النقل، وإنشاء أو تطوير طريق الوصول، ومناطق تجميع المعدات، وإنشاء المحطة الفرعية و / أو تطويرها، وإعداد الموقع، وتركيب مكونات خط النقل (مثل أبراج النقل والمحطات الفرعية، طرق الوصول والصيانة).

أما الأنشطة التشغيلية فتشمل صيانة منفذ الوصول إلى خطوط النقل، والأبراج، والمحطات الفرعية (مثل إنشاء دروب قليلة الأثر أو طرق وصول جديدة / محسنة) والتعامل مع الكساء النباتي. ومن الأهمية إجراء أعمال تطوير وصيانة للبيئة الأساسية على مدى دورة حياة المشروع.

ويتم إخراج مرافق نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية من الخدمة عند تقادمها، أو تعرضها للتلف (نتيجة التآكل، على سبيل المثال)، أو عند استبدالها نتيجة زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية. والعديد من محطات الطاقة يتم إحلالها بمعدات جديدة أو مطورة في نفس الموقع أو نفس حق الطريق.

يعرف نقل الطاقة الكهربائية بأنه نقل قدر كبير من الكهرباء من مكان لآخر. ويتم نقل الطاقة الكهربائية، نموذجياً بين محطة توليد الطاقة الكهربائية وبين محطة فرعية تقع بالقرب من المستهلكين. ويشير توزيع الطاقة الكهربائية إلى توصيل الكهرباء من المحطة الفرعية إلى المستهلكين الموجودين في المناطق السكنية، والتجارية، والصناعية.

ونظراً لما ينطوي عليه ذلك من قدر كبير من الطاقة الكهربائية، فإن الجهود التي تتجاوز 110 كيلو فولت تمثل – بصفة عامة – الجهود المستخدمة على مستوى نقل الطاقة الكهربائية. أما الجهود التي تبلغ ما بين 110 كيلو فولت و33 كيلو فولت فتعد نمطياً جهود نقل فرعي، ولكنها تستخدم في بعض الأحيان في أنظمة نقل الطاقة ذات الأحمال الخفيفة لمسافات طويلة. وأخيراً، تعد الجهود التي تقل عن 33 كيلو فولت نموذجية لمشاريع التوزيع.

وتوجد أنظمة نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في الغالب مقترنة بالطرق السريعة، والطرق، وغيرها من حقوق الطريق للتقليل من التكاليف وكذلك من إحداث خلل بالموارد البيئية، والاجتماعية الاقتصادية، والثقافية. كما تتدخل عوامل أخرى في تحديد استقامة حقوق الطريق لخطوط النقل والتوزيع مثل قيمة الأراضي، وحجب المناظر الطبيعية، والموارد الأثرية، والمخاطر الجيولوجية الفنية، وإمكانية الوصول، والمتنزهات، وغيرها من العوامل الهامة.

بالسكان، فإنه يمكن دفن أنظمة النقل والتوزيع في مجار تحت الأرض. وعلى الرغم من أن كفاءة النقل عبر الخطوط تحت الأرضية تكون أقل في العادة، كما تكون تكلفة تمديدها وصيانتها مرتفعة، فإن تمديد نظام النقل تحت الأرض يقلل من الآثار الواقعة على قيمة الأراضي، والجماليات البصرية، وفقدان الكساء النباتي. كما تستخدم الكبلات البحرية المغمورة في بعض الأحيان في نقل الطاقة عالية الجهد عبر مساحات ممتدة طويلة من المياه إلى جزر أو مواقع أخرى لا يمكن الوصول إليها بالطرق التقليدية. وعادة ما تكون الكبلات البحرية المغمورة مستقلة بذاتها ومملوءة بسائل يوفر لها عزلاً على مدى المسافات الطويلة.

وتتألف شبكات النقل الإقليمية من عدة أنظمة نقل كبيرة متصلة بمحطات فرعية مصممة لنقل الكهرباء بأقصى كفاءة ممكنة. ويمكن أن تغطي شبكات النقل آلاف الكيلومترات وأن تتألف من عشرات الآلاف من الأبراج. وتُنقل الطاقة نموذجياً باستخدام تيار متردد من ثلاثي الأطوار، وهو ما يعد أكثر كفاءة من الطور الواحد. ويتم إنتاج الطاقة بصفة عامة بجهد منخفض (يصل إلى 30 كيلو فولت) في محطة توليد ثم يتم رفعه بواسطة محول محطة طاقة كهربائية إلى جهد أعلى بغرض تقليل المقاومة وتقليل نسبة الفاقد من الطاقة أثناء النقل على مسافات طويلة. عند النقل لمسافات طويلة، تنقل الكهرباء عادة بجهد تتراوح بين 110 إلى 1200 كيلو فولت. وفي حالة استخدام جهود عالية للغاية، كذلك التي تتجاوز 2000 كيلو فولت، فإن فاقد طاقة التفريغ الهالي<sup>47</sup> الذي يصاحب الموصلات المشحونة من الممكن أن يعادل المكاسب المحققة من تقليل فواقد الطاقة عن طريق خفض المقاومة. ويمكن نقل

وتتوقف أعمال الإخراج من الخدمة على طبيعة الاستخدام المقترح للموقع، والحساسيات البيئية (مثل مراعي الأعشاب الطبيعية) وخصوصيات المشروع (مثل خطوط طاقة كهربائية فوق أرضية أم تحت أرضية). وربما تضمنت تلك الأنشطة هدم أو إزالة للبنية الأساسية المقامة (مثل أبراج النقل، المحطات الفرعية، مرافق فوق أرضية وتحت أرضية، وإخراج الطريق من الخدمة) واستصلاح موقع المشروع، بما في ذلك تثبيت الأرض وإعادة الكساء النباتي.

وتقدم الأقسام التالية وصفاً للمرافق والأنشطة المصاحبة لإنشاء وتشغيل مشاريع نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية. وفيما يلي موجز للمرافق والأنشطة المشتركة فيما بين مشاريع النقل والتوزيع، كإدارة حق الطريق والمحطات الفرعية، إضافة إلى المرافق التي تخص كل من أنظمة النقل والتوزيع على حدة، مثل الأبراج، وأعمدة المرافق العامة. ويبين الشكل ألف-1 المكونات النموذجية لمشاريع نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية.

### أنظمة نقل الطاقة الكهربائية

يطلق على نظام نقل الطاقة الكهربائية في الغالب اسم الشبكة. ويتم تزويدها بالكثير من المسارات والخطوط ليتسنى توجيه الطاقة الكهربائية من أي محطة توليد إلى أي منطقة يوجد بها عملاء من خلال مجموعة متنوعة من الوسائل، بناء على اقتصاديات مسار النقل وتكلفة الطاقة الكهربائية. كما تتيح كثرة المسارات والخطوط إعادة توجيه تدفق الطاقة الكهربائية أثناء القيام بالصيانة المخططة أو في حالة حدوث انقطاعات بسبب الأحوال الجوية أو الحوادث.

ويتم نقل الطاقة الكهربائية عبر شبكة من خطوط وأبراج الطاقة فوق الأرضية الموجود بين محطة الطاقة والمحطة الفرعية. وإذا كان من الضروري المرور عبر منطقة سكنية مكتظة

<sup>47</sup> التفريغ الهالي هو تفريغ كهربائي ينتج عن تأين الهواء حول الموصل، ويتسبب بصفة عامة في فقدان للطاقة الكهربائية وضوضاء محيطية.

ويعد هيكل الصلب الشبكي أكثر أنواع أبراج أو أعمدة النقل استخداماً في خطوط الطاقة الكهربائية عالية الجهد. كما تستخدم أيضاً أعمدة الصلب الأنبوبية الأحادية في حمل خطوط النقل عالية أو متوسطة الجهد، في المناطق الحضرية عادة. ويمكن استخدام أبراج النقل المصنوعة من إطار من الصلب في حمل الخطوط من كافة الجهود، ولكن تستخدم في أكثر الأحوال مع الجهود التي تزيد على 50 كيلو فولت. ويمكن تجميع الأبراج الشبكية على الأرض ثم نصبها بواسطة الكبلات (باستخدام نظام ساري رفع كبير)، أو نصبها بواسطة رافعة، أو بواسطة طائرة هليكوبتر في المناطق التي يصعب الوصول إليها. ويتراوح ارتفاع أبراج النقل عادة ما بين 15 إلى 55 متراً تقريباً.<sup>48</sup>

وتستخدم أبراج النقل الخشبية المكونة من أعمدة مفردة، أو إطار على شكل H، أو أشكال مماثلة لأحرف A أو V عادة في حمل خطوط النقل عالية الجهد. إلا أن أبراج النقل الخشبية يكون ارتفاعها محدوداً بارتفاع الأشجار المتوفرة (30 متراً تقريباً)، وتحمل في العادة جهوداً تتراوح بين 23 كيلو فولت و230 كيلو فولت، وهو أقل مما تحمله أبراج النقل الصلب الشبكية.<sup>49</sup> وتستخدم أبراج الألومنيوم غالباً في المناطق البعيدة حيث يمكن نقلها ونصبها بواسطة طائرات الهليكوبتر. وتتوفر حالياً أبراج مصنوعة من البلاستيك المقوى، ولكن تكلفتها المرتفعة تحد من استخدامها حالياً.

أما خطوط النقل تحت الأرضية، فينبغي للأسلاك الثلاثة التي تنقل الطاقة الكهربائية ثلاثية الأطوار أن تكون في أنابيب أو مجار منفردة. وتُغطى تلك الأنابيب بخرسانة حرارية وتحاط بمواد ردم حرارية. وتتطلب أنظمة مجاري الكبلات تحت

الطاقة، على المسافات الطويلة، عبر التيار المستمر عالي الجهد. وفي هذه الحالات، فإن الفوائد الأقل في الطاقة والتكاليف الأقل في الإنشاء تعادل الحاجة إلى إنشاء محطات تحويل في نهاية كل من خطوط النقل لتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد لاستخدامه في أنظمة التوزيع.

وتستخدم أبراج أو أعمدة النقل في تعليق خطوط الطاقة الكهربائية العلوية عالية الجهد. وتنقل تلك الأنظمة عادة طاقة كهربائية ثلاثية الأطوار (الطريقة الشائعة لنقل خطوط الضغط العالي الذي يتجاوز 50 كيلو فولت) ومن ثم، تصمم لحمل ثلاثة موصلات (أو مضاعفاتهما). وغالباً ما يضاف موصل أو موصلين أعلى كل برج للحماية من البرق. ويمكن بناء أبراج النقل من الصلب، والخرسانة، والألومنيوم، والخشب، والبلاستيك المقوى. أما الموصلات السلكية على خطوط الضغط العالي فتصنع عادة من الألومنيوم، أو الألومنيوم المقوى بألياف من الصلب. ويجب أن يقام كل برج نقل أو هيكل داعم بحيث يتحمل الحمل المفروض عليه من موصلاته. ونتيجة لذلك، يكون حجم أساسات أبراج النقل وتكلفتها كبيراً، خاصة في المناطق التي تكون فيها حالة الأرض سيئة مثل الأراضي الرطبة. كما يمكن استخدام كبلات الشد لتثبيت أبراج النقل ومقاومة بعضاً من قوة الموصلات.

وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية من أبراج أو أعمدة النقل في نظام النقل. الأولى، أبراج التعليق التي تحمل القطاعات المستقيمة من خطوط النقل. وأبراج الانعطاف التي تقع عند نقاط تغير اتجاه خطوط نقل الطاقة. وتوجد الأبراج النهائية في نهاية خطوط النقل العلوية (الهوائية) حيث توصل بالمحطات الفرعية أو الكبلات تحت الأرضية.

<sup>48</sup> United Kingdom Parliament (2001)

<sup>49</sup> Great River Energy (2006)



الفرعية في حيز محاط بسياج، تحت الأرض، أو داخل المباني.

ويوجد نوعان رئيسيان من المحطات الكهربائية الفرعية.

وتحتوي محطات النقل الفرعية على مفاتيح عالية الجهد

لتوصيل كل من خطوط النقل عالية الجهد معاً أو للسماح بعزل

بعض الأنظمة المحددة من أجل صيانتها. وتستخدم محطات

التوزيع الفرعية لنقل الطاقة من نظام (شبكة) النقل إلى نظام

(شبكة) التوزيع. وفي العادة، يدخل محطة التوزيع الفرعية

خطا نقل أو خطا نقل فرعيين على الأقل، حيث يتم خفض

جهدهما إلى قيمة مناسبة للاستهلاك المحلي. كما يمكن أن

تستخدم محطات التوزيع الفرعية لعزل الأعطال في أي من

أنظمة النقل أو التوزيع. وتحتوي المراكز الحضرية الكبيرة في

الغالب على محطات توزيع فرعية معقدة تتألف من قواطع

للجهد العالي، وقواطع، وأنظمة احتياطية.

#### إدارة حقوق الطريق

تتطلب كل من مشاريع النقل الأرضي والتوزيع حقوق طريق

لحماية النظام (الشبكة) من السقوط بفعل الريح، وملامسة

الأشجار وفروعها له، والمخاطر الأخرى المحتملة التي قد

تؤدي إلى إحداث أضرار بالنظام (الشبكة)، وانقطاع الكهرباء،

أو نشوب حرائق غابات. كما تستخدم حقوق الطريق أيضاً من

أجل الوصول إلى أنظمة (شبكات) النقل والتوزيع، وصيانتها،

ومعاينتها. كما تتطلب خطوط التوزيع تحت الأرضية أيضاً

حقوق طريق يمنع فيها الحفر أو يسمح به تحت رقابة صارمة،

ويحد فيها من أعمال الإنشاء، وتسمح بالوصول إلى الخطوط

عند الضرورة. وفي العادة تكون حقوق الطريق لأنظمة النقل

أكبر من تلك المخصصة لأنظمة التوزيع، نظراً لكونها أكبر

حجماً وتنقل جهوداً أعلى، وبالتالي تتطلب إدارة أوسع نطاقاً.

الأرضية حفر خنادق يبلغ عمقها وعرضها 1.5 متر على الأقل. ونظراً لصعوبة تثبيت الحرارة، لا تستخدم المجاري تحت الأرضية عادة مع خطوط النقل عالية الجهد الذي يفوق 350 كيلو فولت.<sup>50</sup>

#### أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية

يتم خفض الطاقة عالية الجهد، قبل أن يستخدمها المستهلك، إلى

خط أرضي بجهد أقل للاستخدام في أنظمة النقل الفرعي أو

التوزيع. وتتفاوت خطوط التوزيع عادة ما بين 2.5 إلى 25

كيلو فولت. وأخيراً، تحول الطاقة إلى جهد منخفض عند نقطة

الاستخدام السكنية أو التجارية. ويتراوح ذلك الجهد ما بين

100 إلى 600 فولت تبعاً لمتطلبات البلد أو العميل. وتصنع

أعمدة توزيع الطاقة الكهربائية (أعمدة المرافق العامة أو أعمدة

الهاتف) عادة من الخشب، إلا أنه يمكن استخدام الصلب،

والخرسانة، والألومنيوم، والألياف الزجاجية أيضاً. ولا يزيد

التباعد فيما بين أعمدة التوزيع عن 60 متراً ويبلغ ارتفاعها

12 متراً على الأقل<sup>51</sup>. أما عن ارتفاعها فهو محدود كذلك

بارتفاع الأشجار المتوفرة (30 متراً تقريباً).

#### المحطات الكهربائية الفرعية

تعد المحطات الكهربائية الفرعية محطات ضمن نظام نقل

وتوزيع الكهرباء، وتقوم بتحويل الجهد من منخفض إلى مرتفع

أو العكس بواسطة محولات. وتستخدم محولات الرفع لزيادة

الجهد مع خفض التيار في الوقت نفسه، بينما تستخدم محولات

الخفض في خفض الجهد وزيادة التيار في الوقت نفسه. وتتألف

المحطات الفرعية عادة من محول أو أكثر، إضافة إلى معدات

قطع ووصل، وتحكم، وحماية. ويمكن أن توجد المحطات

<sup>50</sup> American Transmission Company (2005)  
<sup>51</sup> United States of America Department of Defense  
(2004)

الأرضية.<sup>55</sup> أما بالنسبة لحقوق الطريق تحت الأرضية، فتعد القيود على الكساء النباتي فيها أقل، إلا أنه يمنع عادة من زراعة الأشجار ذات الجذور العميقة التي يمكنها أن تتداخل مع صفوف المواسير الخاصة بالكبلات. ويمكن صيانة الكساء النباتي ضمن حق الطريق باتباع التدابير التالية.

ويمكن استخدام المعدات الكهربائية شديدة التحمل للسيطرة على نمو الغطاء الأرضي ومنع نمو الأشجار والشجيرات بحق الطريق. ويمكن لمبيدات الأعشاب، المستخدمة إلى جانب الجزء، السيطرة على أنواع الأعشاب الضارة سريعة النمو التي تميل إلى النمو إلى ارتفاعات تتجاوز تلك المسموح بها في حق الطريق. ويمكن استخدام التشذيب والتقليم عند حدود حقوق الطريق للحفاظ على عرض الممر ومنع زحف أفرع الأشجار عليه. وعلى الرغم من أن الإزالة اليدوية أو إزالة الكساء النباتي تعد مكلفة وتستغرق وقتاً طويلاً، إلا أنه يمكن استخدامها في الأماكن المجاورة للهياكل، والجدول، والأسيجة، وغيرها من المعوقات التي من شأنها أن تجعل من الصعوبة أو من الخطورة بمكان استخدام الآلات للقيام بذلك.

ويتراوح عرض حقوق الطريق<sup>52</sup> لخطوط النقل ما بين 15 متراً إلى 100 متر تبعاً للجهد ومدى القرب من حقوق الطريق الأخرى (يبلغ النطاق نموذجياً ما بين 15 إلى 30 متراً)<sup>53</sup>. بينما يوصى بتخصيص ممرات تتراوح ما بين 12 إلى 24 متراً (6 أمتار إلى 12 متراً على كل جانب) لخطوط توزيع الطاقة الكهربائية العلوية (الهوائية) حتى 35 كيلو فولت<sup>54</sup>. كما يتم في الغالب، إنشاء طرق الوصول بالتزامن مع حقوق طريق خطوط النقل، أو ضمنها، لتوفير منفذ وصول لأغراض صيانة النظام والمحافظة عليه.

ومن الضروري إجراء صيانة دورية للكساء النباتي ضمن حق الطريق لتفادي إعاقتها لخطوط وأبراج الطاقة العلوية. فمن شأن ترك الأشجار الطويلة لتنمو والكساء النباتي ليتجمع دون رقابة في مواقع حق الطريق أن ينتج عدداً من الآثار، من بينها انقطاع الطاقة الكهربائية نتيجة ملامسة الفروع والأشجار لخطوط وأبراج نقل الطاقة الكهربائية، واشتعال الحرائق في الغابات وأغصان وفروع الأشجار، وتآكل المعدات المصنوعة من الصلب، وإعاقة الوصول للمعدات، والتداخل مع معدات التأريض الهامة.

وعن طريق الصيانة والتنظيف الدوريين لحقوق الطريق يمكن الحيلولة دون التعاقب الطبيعي للغابات وتوطيد ونمو الأشجار الطويلة. ففي العادة، لا يسمح بوجود أشجار طويلة يصل طولها إلى 4.5 متر تقريباً أو أكثر ضمن حدود حقوق الطريق

<sup>52</sup> على سبيل المثال، تقضي Duke Energy بوجود 21 متراً كحد أدنى لحق الطريق للجهد التي تتراوح ما بين 44 إلى 100 كيلو فولت، و46 متراً على الأقل لحق الطريق للجهد التي تبلغ 230 كيلو فولت، و61 متراً لحقوق الطريق للجهد التي تبلغ 525 كيلو فولت (Duke Energy, 2006).  
<sup>53</sup> Santee Cooper (2002) of America Department of National United States  
<sup>54</sup> Defense (2004)

<sup>55</sup> Georgia Power (2006)

الشكل ألف - 1: نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

