

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التقرير ITU-R SM.2015-1
(2019/06)

طرائق لتحديد الاستراتيجيات الوطنية
طويلة الأجل لاستعمال الطيف

السلسلة SM
إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات



تمهيد

يضع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REP/en>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM

ملاحظة: وافقت لجنة الدراسات على النسخة الإنكليزية لهذا التقرير الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني
جنيف، 2020

© ITU 2020

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التقرير ITU-R SM.2015-1

طرائق لتحديد الاستراتيجيات الوطنية طويلة الأجل لاستعمال الطيف

(2019-1998)

جدول المحتويات

الصفحة

2	.....	الفصل 1	2
2	.....	مقدمة	1
3	.....	عملية التخطيط الوطنية طويلة الأجل	2
3	.....	1.2 تعريف الاحتياجات من الطيف	
4	.....	2.2 توفر الطيف	
4	.....	3.2 خيارات تخطيط الطيف	
4	.....	4.2 تنفيذ تخطيط الطيف	
4	.....	5.2 العملية التكرارية	
4	.....	3 الإدارة أو الهيئة الإدارية	
5	.....	الملحق 1 بالفصل 1 - العوامل المؤثرة	
7	.....	الملحق 2 بالفصل 1 - منهجية وضع خطة إدارة الطيف طويلة الأجل	
14	.....	الفصل 2	
14	.....	مقدمة	1
14	.....	2 النهج التشاوري	
14	.....	1.2 البحث في المتطلبات من الطيف/الخدمات في المستقبل	
15	.....	2.2 التفاعل بين/مع المجموعات التمثيلية	
15	.....	3.2 تحليل اتجاهات الاستعمال	
16	.....	4.2 مثال	
16	.....	3 النهج التحليلي	
16	.....	1.3 مقدمة	
17	.....	2.3 خطوات لتطوير النهج التحليلي	
18	.....	3.3 استعمال التقنية التحليلية في عملية تخطيط الاحتياجات من الطيف طويل الأجل	

19	.....	الفصل 3
19	.....	1 تحديد أهداف إدارة الطيف طويلة الأجل
19	.....	2 تقييم عملية إدارة الطيف الحالية
20	.....	3 الإجراءات الانتقالية
20	.....	1.3 تشجيع الاستعمال الفعال للطيف
22	.....	2.3 تعزيز مرونة استعمال الطيف
22	.....	3.3 تعزيز الفوائد الاجتماعية والاقتصادية التي يمكن تحقيقها من خلال الإدارة المناسبة للطيف
22	.....	4.3 التأكد من استعمال الطيف في جميع مناطق البلد التي تحتاج إليه
23	.....	5.3 بناء قوة عاملة ماهرة وتطوير أدوات هندسة الطيف المناسبة
23	.....	قائمة المختصرات

الفصل 1

عملية التخطيط طويل الأجل

1 مقدمة

جاء في التوصية ITU-R SM.1047-2 - الإدارة الوطنية للطيف، التي اعتمدت في عام 2012، ضرورة أن يتناول وضع البرامج الوطنية لإدارة الطيف مسألة تخطيط الطيف من بين مجالات المواضيع الأخرى. وعلاوة على ذلك، تسترشد الإدارات بالأقسام المناسبة من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية والتقارير والكتيبات الصادرة عن الاتحاد. ويحدد "كتيب الإدارة الوطنية للطيف" المعتمد في عام 2015 المصطلحات المتعلقة بتخطيط الطيف في الفصل 2 "تخطيط الطيف".

ووفقاً لهذا الكتيب، يمكن تصنيف تخطيط الطيف بحسب الزمن (قصير الأجل وطويل الأجل واستراتيجي) والمجال المشمول (استعمال الطيف وأنظمة إدارة الطيف). ويعني "التخطيط طويل الأجل" التخطيط الذي يأخذ بعين الاعتبار المسائل التي تحتاج إلى حل أو الأنظمة التي يتعين تنفيذها في غضون خمس إلى عشر سنوات، بينما يتعين تنفيذ "التخطيط قصير الأجل" في غضون ثلاث إلى خمس سنوات. ومن باب المقارنة، ينطوي التخطيط الاستراتيجي على تحديد عدد محدود من المسائل الرئيسية، التي تتطلب تركيز اهتمام إدارة الطيف للحلول التي تحتاج إلى تنفيذ يدوم أكثر من عشر سنوات.

لذلك، تتناول الإستراتيجية طويلة الأجل تحديد رؤية ورسالة محددة لحل المسائل الرئيسية التي سوف تنفذ على مدى عشر سنوات فيما يتعلق بإدارة الطيف لأغراض استعماله.

وفي الوقت الحاضر، يلاحظ أن معظم عمليات تخطيط الطيف قصيرة الأجل نسبياً. ومع ذلك، وإذا أريد لموارد الطيف أن تدعم الأهداف والغايات الوطنية بشكل كاف، فإن التخطيط طويل الأجل ضروري جداً. إذ يمكن أن يوفر أساساً لإدارة الطيف الفعالة وذلك لضمان توزيع الطيف وتخصيصه بكفاءة، ولاستيعاب الاحتياجات من الطيف المتطورة باستمرار من جانب الأنظمة الجديدة وتطبيقاتها. كما أنه يسهل عملية صنع القرار من حيث إنه يوفر الأساس العملي للنظر في مسارات العمل البديلة وتقييمها.

وينبغي أن يسعى التخطيط طويل الأجل إلى تحقيق ما يلي:

- اتخاذ قرارات اليوم بشأن استراتيجيات تخطيط الطيف في ضوء ما يترتب عليها في المستقبل؛
 - تحديد أثر القرارات السابقة على المستقبل؛
 - تعديل القرارات بشكل دوري بما يلائم الظروف المتغيرة.
- وينبغي أن يكون شاملاً بما يكفي لاستيعاب الاحتياجات الوطنية من الطيف لكل من أنظمة الاتصالات الراديوية المعروفة والمرتبطة على حد سواء في الإطار الزمني المحدد لها.

كما يؤدي إلى ما يلي:

- مراجعة الجدول الوطني لتوزيع الترددات؛
- تحديد المواقف الوطنية بخصوص جداول أعمال المؤتمرات الراديوية الدولية؛
- مراجعة اللوائح والسياسات والمعايير الخاصة بالطيف.

2 عملية التخطيط الوطنية طويلة الأجل

يتطلب تطوير استراتيجيات وطنية طويلة الأجل لاستعمال الطيف تنفيذ عملية وطنية لتخطيط الطيف طويلة الأجل.

ويمكن أن يكون أحد أجزاء هذه العملية هو وضع وتنفيذ خطة للاستعمال المرتقب للطيف. ويجب مراجعة هذه الخطة وتعديلها وفقاً لما يستجد من معلومات كل سنة إلى 3-5 سنوات. وينبغي أن تستند إلى عمليات تقصي الاحتياجات من الطيف لدى المستعملين المدنيين والحكوميين وكذلك اتجاهات تطور التقنيات الجديدة. ويرد مثال على هذه الخطة في الجدول 1.

الجدول 1

مثال لخطة استعمال مرتقب للطيف

ملاحظات	التغييرات المخطط لها	الجوانب المحددة	الخدمات/التطبيقات القائمة والمخطط لها	نطاق التردد (GHz, MHz, kHz)
	وقف تشغيل الخدمة ARNS بعد انتهاء فترة الاستهلاك ونشر نفس الخدمة في النطاقات الأخرى	الخدمة ARNS تعمل على أساس أولي	خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) خدمة العمليات الفضائية لأغراض القياس عن بعد والتتبع والتحكم المتنقلة، باستثناء المتنقلة للطيران على أساس ثانوي التعرف بواسطة الترددات الراديوية (RFID)	MHz 921-915

فيما يلي مراحل وضع الخطة وكذلك العوامل التي يجب مراعاتها. ويرد في الملحق 2 بهذا الفصل منهجية يمكن استخدامها لوضع خطة طويلة الأجل لاستعمال الطيف.

1.2 تعريف الاحتياجات من الطيف

يحدد تعريف الاحتياجات من الطيف الاحتياجات الوطنية المستقبلية الإجمالية من الطيف لجميع الخدمات الراديوية كما يحدد العوامل التقنية والسياساتية والاقتصادية (انظر الملحق 1 بهذا الفصل) التي قد تؤثر على استعمال الطيف.

ويمكن تحديد الاحتياجات من الطيف بناءً على تقييم السيناريوهات المحتملة (انظر الفصل 2). وقد تم تقليدياً تقييم سيناريوهات استعمال الطيف استناداً إلى المدخلات التشاورية من الأطراف المعنية، بما في ذلك المنظمات الوطنية لتخطيط الطيف داخل الإدارات أو الوكالات الحكومية وطلبات فرادى المستعملين والجمهور.

وفي الآونة الأخيرة، اتخذت خطوات لإجراء تقييم السيناريو على أساس تقنيات النمذجة التحليلية (انظر الفصل 2، والتي تنطبق أيضاً على مراحل توفر الطيف وخيارات الطيف).

2.2 توفر الطيف

الهدف من هذه المرحلة هو تقييم مدى توفر الطيف في جميع الخدمات الراديوية الوطنية واستيعاب الاحتياجات من الطيف المحددة في مرحلة تعريف الاحتياجات. وتُستقى المدخلات بالدرجة الأولى من داخل الإدارة نفسها ولكن يمكن أن تُستقى أيضاً من القائمة الدولية للترددات لدى الاتحاد وخطط التوزيع لدى الاتحاد وأي دراسات إقليمية موجودة لتخطيط الطيف.

3.2 خيارات تخطيط الطيف

الهدف من هذه المرحلة هو وضع خيارات مناسبة لتخطيط الطيف لتلبية الاحتياجات من الطيف على أساس البيانات المتوفرة من المرحلتين السابقتين. ويتعين على أي تحليل لوضع خيارات الطيف أن يأخذ في الاعتبار العوامل التقنية والسياسية والاقتصادية. ويقوم التحليل أيضاً بتقييم الفرص المختلفة للخدمات في إطار بيئات و/أو توزيعات الاتصالات الراديوية القائمة والمتوقعة. وتستند التوصيات المتعلقة بمتطلبات الخدمة هذه، التي لا يمكن استيعابها ضمن التوزيعات الوطنية الحالية، إلى هذه التحليلات وإلى أي نتائج متاحة لمراقبة الطيف. ويجري وضع خيارات التوزيع وتقييم التكاليف النسبية لأي إعادة توزيع و/أو أي حركة لمستعملي الطيف الحاليين.

4.2 تنفيذ تخطيط الطيف

يتم في هذه المرحلة تنفيذ مختلف استراتيجيات تخطيط الطيف (انظر الفصل 3) ومن المتوقع أن تكون عملية مستمرة. وقد يتطلب إدخال خدمات جديدة إجراء تغييرات في الجداول الوطنية لتوزيع الطيف ومراجعات في اللوائح الوطنية ولوائح الاتحاد. وتجري مراجعات اللوائح الدولية في إطار المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية التي يعقدها الاتحاد.

5.2 العملية التكرارية

يمكن إعادة تقييم القرارات السابقة بشكل دوري أو أن تنطلق جراء أحداث معينة ويمكن تعديلها، إذا لزم الأمر، بناءً على المعلومات المحدثة. ولذلك فإن عملية التخطيط هي عملية مستمرة للاستكشاف ومعالجة البيانات أكثر مما هي عملية خطية. ويمكن الاحتفاظ بسجل لجميع التغييرات يكون بمثابة تاريخ للتطورات في الخطة طويلة الأجل.

3 الإدارة أو الهيئة الإدارية

من الضروري إنشاء إدارة أو هيئة إدارية توفر القيادة والإشراف على تنفيذ برنامج تخطيط الطيف وذلك لضمان معالجة المسائل المتعلقة باستراتيجيات استعمال الطيف طويلة الأجل. ويشمل ذلك إدخال نظام الاعتراف المبكر في إطار إجراءات التخطيط الخاصة به. ومع ذلك، يمكن أن تحظى الهيئة بالدعم من هيئات تخطيط خاصة، من قبيل أفرقة المشاريع وأفرقة المهام.

والتخطيط طويل الأجل هو عادة مهمة أساسية على مستوى الإدارة، وهي مهمة لا يمكن تفويضها، وذلك بحكم عواقب وأهمية القرارات التي يتعين اتخاذها. وهيئات التخطيط هذه مسؤولة عما يلي:

- وضع سياسات استراتيجية مفصلة وحل المشكلات المتعلقة بترجمة السياسات الاستراتيجية إلى خطط تشغيلية؛
- تخصيص الموارد المالية والبشرية؛

- الاستعراض الاستراتيجي للإجراءات والنتائج والاحتياجات بالاقتران مع تنفيذ الاستراتيجيات؛
- أي توصيات ضرورية تتعلق بالتعديلات على أنظمة التنظيم والإدارة؛
- تحديث بيانات التخطيط المستخدمة كأساس لإدارة الترددات.

الملحق 1

بالفصل 1

العوامل المؤثرة

فيما يلي قائمة بالعوامل المؤثرة التي يجب مراعاتها في عملية التخطيط طويل الأجل:

- | | |
|-------|--|
| 1 | العوامل السياسية والقانونية |
| 1.1 | العوامل التنظيمية |
| 1.1.1 | التوزيع الدولي للترددات (ITU-R) |
| 2.1.1 | الهيئات الإقليمية لإدارة الترددات |
| 3.1.1 | الإجراءات الوطنية لتوزيع الترددات |
| 4.1.1 | إجراءات إدارة الترددات لدى الإدارات المجاورة |
| 5.1.1 | سياسة التقييس |
| 6.1.1 | عوامل البنية التحتية للاتصالات |
| 2.1 | العوامل الصناعية |
| 2 | العوامل الاقتصادية |
| 1.2 | تنقلية المستعمل |
| 2.2 | العولمة |
| 3.2 | التنمية الاقتصادية الإجمالية |
| 4.2 | عوامل السوق |
| 1.4.2 | بنية الأسعار والتعرفة للمعدات والخدمات |
| 2.4.2 | احتياجات السوق وعوامل التسويق |
| 3.4.2 | الإجراءات والممارسات من جانب مقدمي الخدمة |
| 4.4.2 | عرض الطيف بالمرزاد |
| 5.2 | تأثير الخدمات والتقنيات الجديدة |

العوامل الاجتماعية	3
التغيرات في الطلب نتيجة للتغيرات في البنية الاجتماعية	1.3
التغيرات في الطلب نتيجة للتغيرات في ساعات العمل يومياً وطوال العمر	2.3
الأمن والسلامة العامة	3.3
قبول الجمهور للتطبيقات الراديوية	4.3
العوامل الإيكولوجية	4
التلوث الكهرومغناطيسي وتداخل الترددات الراديوية	1.4
نفور الجمهور من هياكل الهوائيات الكبيرة وانتشار المواقع	2.4
الحطام في الفضاء	3.4
العوامل التقنية	5
التقنيات الأساسية	1.5
الإلكترونيات الدقيقة	1.1.5
معالجة الإشارات	2.1.5
مكونات المعدات	3.1.5
امدادات الطاقة	1.3.1.5
البطاريات	2.3.1.5
وسائط الاتصال	4.1.5
تقنيات التشفير والتشكيل	2.5
تشفير المصادر	1.2.5
تشفير القنوات	2.2.5
تقنيات التشكيل	3.2.5
تقنيات النفاذ إلى القنوات	3.5
تعدد النفاذ بتقسيم الزمن (TDMA)	1.3.5
تعدد النفاذ بتقسيم التردد (FDMA)	2.3.5
تعدد النفاذ بتقسيم الشفرة (CDMA)	3.3.5
تعدد النفاذ بتقسيم التردد المتعامد (OFDMA)	4.3.5
أساليب الإرسال	4.5
تقنيات التنوع	1.4.5
تنوع الزمن	1.1.4.5
تنوع التردد	2.1.4.5

3.1.4.5	تنوع الهوائي
4.1.4.5	تنوع الفضاء
5.1.4.5	تنوع الاتجاه
2.4.5	تقنيات تعدد الإرسال المكاني
1.2.4.5	تعدد الإرسال المباشر
2.2.4.5	تقنيات الإرسال بتشكيل الحزم
3.4.5	تقنيات الطيف المنتشر
5.5	الهوائيات
1.5.5	استمثال الهوائيات
1.1.5.5	استخدام التقنيات وطرق التصنيع الجديدة لخفض سوية الفص الجانبي وتقليل الترابط بين الهوائيات
2.1.5.5	الطرائق الجديدة في تطوير الهوائيات
3.1.5.5	الهوائيات الضخمة متعددة المدخلات والمخرجات (MIMO)
6.5	معالجة البيانات في الاتصالات

الملحق 2

بالفصل 1

منهجية وضع خطة إدارة الطيف طويلة الأجل

الهدف الرئيسي من وضع خطة طويلة الأجل لإدارة الطيف هو كفاءة استعمال الترددات. وتبعاً للأهداف المتوخاة، يمكن للإدارة اختيار معايير للكفاءة التقنية والاقتصادية والسياساتية.

وتشمل عملية وضع خطة طويلة الأجل لإدارة الطيف الخطوات التالية (انظر الشكل 1):

- 1 تقييم استعمال الطيف الحالي في مختلف التقنيات والتطبيقات.
- 2 وضع قائمة بالتقنيات المرتقبة.
- 3 تقييم مورد الترددات المطلوب والكافي للأنظمة والتطبيقات التالية: الأجهزة المتنقلة والثابتة والإذاعية والساتلية والأجهزة القصيرة المدى (SRD).
- 4 وضع التدابير لتزويد التقنيات المرتقبة بكمية كافية من الطيف.

الشكل 1

تقييم استعمال الطيف الحالي في مختلف التقنيات والتطبيقات



المهام الرئيسية في مرحلة تقييم استعمال الطيف الحالي في مختلف التقنيات والتطبيقات هي:

- تقييم الطيف المستخدم فعلاً في التطبيقات والأنظمة المتنقلة والثابتة والإذاعية والساتلية وتطبيقات الأجهزة قصيرة المدى (SRD)؛
- تحديد نطاقات التردد التي يمكن فيها تنفيذ التقنيات والتطبيقات الجديدة؛
- تحديد نطاقات التردد المستعملة على نحو لا يتسم بالكفاءة.

وضع قائمة بالتقنيات المرتقبة

يمكن استخدام أساليب الخبراء لوضع قائمة بالتقنيات المرتقبة. وقد تم اختيار هذه الفئة نظراً لقلة البيانات الإحصائية بشأن استخدام التقنيات الجديدة إن وجدت.

ويمكن جمع المعلومات المطلوبة من خلال المناقشات أو الاستبيانات.

وأحكام الخبراء هي آراء المهنيين المؤهلين تأهيلاً عالياً والتي يتم التعبير عنها كتقييمات نوعية أو كمية للغرض، ومن المزمع استخدامها في عملية صنع القرار.

ولتقييم المؤشرات النوعية، يمكن استخدام مقياس لفظي رقمي يتضمن وصفاً للسويات والقيم أو الأمداء الرقمية المناسبة.

ويمكن أن تكون الخبرة فردية أو جماعية، على أساس جولة واحدة أو جولات متعددة، مما يسمح للخبراء بتبادل المعلومات فيما بينهم أو حججها. ويمكن أن تكون مفتوحة أو موجهة الهوية. ومن شأن تنوع المجالات التي يمكن استخدامها فيها أن يجعل أساليب الخبراء متعددة ومرنة. ولكن تنفيذ أحد المخططات الشهيرة والواسعة الانتشار ليس ممكناً دائماً. لذلك، وعند تنفيذ خبرة معقدة وغير شائعة، يوصى بأن تعتمد الإدارات إلى الابتكار في استخدام أساليب الخبراء المعروفة والجمع بين إمكانيات كل منها. وقد يكون من المناسب في بعض الأحيان تطوير نهج خبير جديد. وأبسط، وأشهر أساليب الخبراء هي أساليب اللجان وهيئات الرأي التنفيذي واستشارة الأفكار. والأسلوب الأول هو مجموعة من المناقشات المفتوحة حول موضوع لتكوين رأي متكامل. والأسلوب الثاني (هيئة الرأي التنفيذي) يفترض أن الخبرة تتبلور بالقياس مع التجربة.

ولدى استشارة الأفكار، ينبغي مناقشة كل فكرة ولا يمكن رفضها. ويعرف مسؤول الخبرة الهدف النهائي للمناقشة ويوجهها.

وتعطى كل تقنية يختارها الخبراء تقييماً لقابلية ترقيتها. ولتقييم ترقية التقنية يمكن للمرء استخدام أسلوب دلفي (Delphi) الذي غالباً ما يُستخدم لأداء الخبرة. وتسمح هذه الطريقة بالنظر في الآراء المستقلة لكل خبير يشارك في الدمج المتتابع للأفكار والاستنتاجات والمقترحات والتوصل إلى اتفاق. وتقوم هذه الطريقة على أساس عدة مقابلات جماعية مغلقة الهوية.

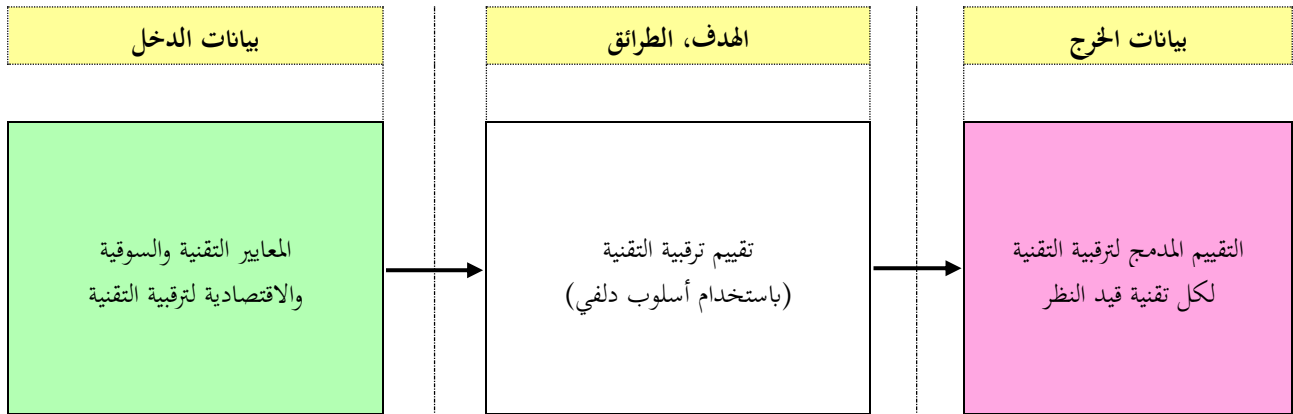
وأسلوب دلفي هو مجموعة من الأساليب مجمعة بحكم متطلبات تنظيم الإجراءات العامة وأشكال تلقي التقييم من الخبراء. ويتم توفير فعالية عمل الخبير من خلال إغفال هوية الإجراء وإمكانية الحصول على مزيد من المعلومات عن موضوع الخبرة. وكقاعدة عامة، يتم تنفيذ الخبرة في جولات متعددة بغية التماس التعليقات. وهذا يمكن الخبراء من تعديل آرائهم مع مراعاة تقييمات المتوسط المؤقتة وتوضيحات الخبراء. واليوم ليس هنالك من اتفاق على عدد جولات إجراءات دلفي. فهذا يتوقف على خصائص الخبرة وأهدافها. وكقاعدة عامة، لا تتغير التقييمات بعد الجولة الثانية.

وتنطوي كل خطوة على إجراءات نموذجية. ويطلب من الخبراء تقييم الموضوع نوعياً من خلال الإجابة على أسئلة من قبيل الوقت المتوقع لحدث ما وأهمية الخصائص في الدرجات، وما إلى ذلك. وبعد تلقي الإجابات من الخبراء يتم ترتيب البيانات ويحتسب الوسيط والربيعات. وتعطى النتائج إلى الخبراء ويطلب منهم توضيح رأيهم. وينطبق هذا بشكل خاص على الخبراء الذين تقع تقييماتهم خارج حدود الربيعات. وقبل بدء الإجراءات، يتم تزويد الخبراء بجميع المعلومات المتاحة حول الموضوع.

ويحصل كل خبير على استبيان. فإذا كانت الأسئلة صعبة، فينبغي أن تتبعها مذكرة توضيحية. ويبين الشكل 2 مخططاً لتقييم ترقية التقنية.

الشكل 2

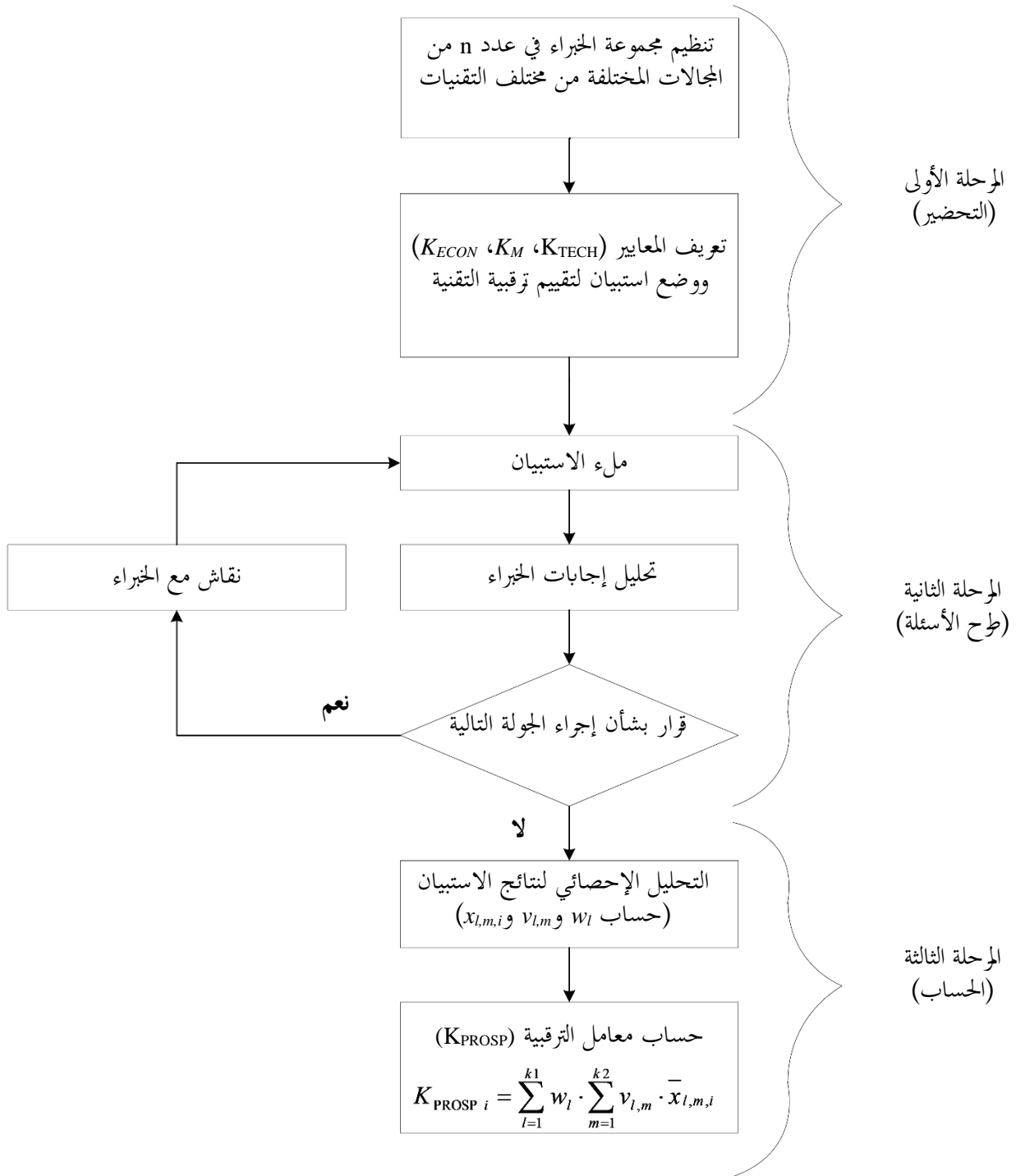
تقييم ترقية التقنية



يوضح الشكل 3 الخوارزمية التي وضعت لاستقاء بيانات الدخل لتقييم ترقية التقنية باستخدام أسلوب دلفي.

الشكل 3

خوارزمية لإجراء استقصاء خبراء باستعمال أسلوب دلفي



ووفقاً للإجراءات الموضوعية، يتم تشكيل فريق الخبراء في المرحلة الأولى. ولتحديد عدد الخبراء اللازم للحصول على نتائج تمثيلية، تستخدم الصيغة التالية.

$$(1) \quad n = \frac{z_p^2 \cdot \sigma^2}{\Delta^2}$$

تحدد Z_p هنا وفقاً للجدول بقيمة احتمال الثقة البالغة $1-\alpha$. ومن أجل $1-\alpha = 0,95$ تكون $Z_p = 1,96$ ؛ σ^2 هي تفاوت تقييمات الخبراء؛ Δ هي دقة التقييم.

وفي هذه المرحلة، يحدد الخبراء أيضاً معايير تقييم ترقية التكنولوجيا. وهناك ثلاث مجموعات من المعايير:

- تقنية؛
- سوقية؛
- اقتصادية.

ويرد أدناه مثال لكل مجموعة من المعايير.

المعايير التقنية:

- K_V الموعد المتوقع لتحرير الطيف. وهو مهم لا للمشغل فحسب بل للحكومة أيضاً. يحدد موعد تحرير الطيف موعد تنفيذ التكنولوجيا الجديدة وجني الفوائد. وكلما اقترب موعد تحرير الطيف، ازدادت توقعات تطوير التكنولوجيا قيد النظر (درجة أعلى).
- K_D عدد أنواع الأجهزة التي تزال من النطاق. يوضح هذا المؤشر تعقيد ومدة التداير لإعادة توزيع الطيف. كلما أزيلت أنواع أكثر من الأجهزة، قلت التوقعات لتطوير التكنولوجيا قيد النظر (درجة أدنى).
- K_H تبين الحصانة من التداخل لأجهزة التكنولوجيا الجديدة إمكانيات توافق التكنولوجيا المرتقبة في النطاق المتاح. كلما ازدادت الحصانة من التداخل ازداد احتمال التكنولوجيا المرتقبة (درجة أعلى).
- K_S الكفاءة الطيفية للتكنولوجيا المرتقبة. يوضح هذا المعيار فعالية استعمال الطيف من جانب التكنولوجيا المرتقبة. كلما ازدادت كفاءة الطيف ازداد احتمال التكنولوجيا المرتقبة (درجة أعلى).

المعايير السوقية:

- K_R توفر المعايير واللوائح المعتمدة. يعكس هذا المؤشر توفر معايير التكنولوجيا المعتمدة من قبل منظمات التقييس الدولية والإقليمية. وهذا يعزز تطوير التكنولوجيا.
- K_K المنافسة في السوق بين المصنعين. هذا يميز ترقية تطوير التكنولوجيا من خلال أثر المنافسة في السوق بين البائعين. ونظراً لخصائص أسعار السوق وقانون العرض والطلب، كلما ازداد عدد البائعين في السوق، انخفضت أسعار الأجهزة. كلما ازدادت تنافسية السوق، زادت الاحتمالات لتطوير التكنولوجيا قيد النظر. (درجة أعلى).
- K_E خبرة في استخدام التكنولوجيا الجديدة. توفر الخبرة يجعل نشر التكنولوجيا الجديدة أسرع ويسمح بالنظر في جميع خصائص الشبكات التجريبية والتجارية.

المعايير الاقتصادية:

- K_{Oax} الكفاءة الاقتصادية (الربحية) لاستخدام التكنولوجيا الجديدة. يوضح هذا المؤشر الكفاءة الاقتصادية لاستعمال الطيف من جانب تقنيات مختلفة. كلما ازدادت الفعالية، ازدادت الاحتمالات لتطوير التكنولوجيا (درجة أعلى).
- بعد تحديد المعايير يتم ترتيبها في استبيان حيث يُطلب من الخبراء تدرج التقنيات بحسب هذه المعايير (من 0 إلى 10). على وجه الخصوص، يطلب منهم إعطاء تقييمهم بشأن تأثير:
- مجموعات محددة من المعايير على احتمالات تطوير التكنولوجيا بشكل عام؛
 - كل عامل على احتمالات تطوير التكنولوجيا ضمن المجموعة المختارة؛

- كل عامل على احتمالات التطوير لكل تكنولوجيا راديوية قيد النظر. وتمثل المرحلة الثانية في إجراء الاستجواب نفسه، والذي يتم تنظيمه في جولتين. وفي المرحلة الثالثة يتم إجراء التحليل الإحصائي للنتائج المستلمة. وفي هذه المرحلة، يعتمد الشرط التالي: إذا تم تقدير أهمية أحد المعايير بمثابة "صفر" بالنسبة لأي تقنية، عندئذ تستبعد هذه التقنية الراديوية من مزيد من الحسابات. ومعالجة البيانات، يمكن استخدام الخوارزمية التالية:

1 متوسط قيمة تقييمات الخبراء لأثر مجموعات المعايير المحددة، في مجموع أثرها، على احتمالات تطوير التقنيات الراديوية ($\bar{\alpha}_l$):

$$(2) \quad \bar{\alpha}_l = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_{l,j}}{n}$$

حيث $\alpha_{l,j}$ هي درجة لمجموعة المعايير l التي قدمها الخبير j ($n \div 1 = j$, n - عدد الخبراء).

ومن أجل الانتقال من الدرجات إلى الوحدات النسبية، يتم حساب الوزن النسبي لأهمية كل مجموعة من المعايير من حيث أثرها الكلي:

$$(3) \quad w_l = \frac{\bar{\alpha}_l}{\sum_{l=1}^{k1} \bar{\alpha}_l}$$

حيث w_l هو وزن أهمية المجموعة l في الوحدات النسبية؛ $\bar{\alpha}_l$ - متوسط قيمة تقييمات الخبراء للمجموعة l بالدرجات ($k1 \div l = l$), $k1$ - عدد مجموعات المعايير، ($3 = k1$). $\bar{\alpha}_l$ تحسب بواسطة المعادلة (2).

2 يحسب متوسط قيمة تقييم الخبراء لكل معيار من احتمالات تطوير التقنيات الراديوية.

$$(4) \quad \bar{y}_{l,m} = \frac{\sum_{j=1}^n y_{l,m,j}}{n}$$

حيث $y_{l,m,j}$ هي الدرجة التي أعطيت للمعيار m في المجموعة l من جانب الخبير j . وللانتقال من الدرجات إلى الوحدات النسبية، يحسب وزن لكل معيار في المجموعة.

$$(5) \quad v_{l,m} = \frac{\bar{y}_{l,m}}{\sum_{m=1}^{k2} \bar{y}_{l,m}}$$

حيث $v_{l,m}$ هو وزن المعيار m بالوحدات النسبية ($m \div 1 = k2$, $k2$ - عدد من المعايير في مجموعة قيد النظر - تقنية أو اقتصادية)؛ $\bar{y}_{l,m}$ - متوسط درجة المعيار m . $y_{l,m}$ يعرف بواسطة المعادلة (4).

3 يحسب متوسط درجات كل معيار لكل تقنية. ومن باب التيسير، تقسم الدرجات التي يعطيها الخبراء على 10.

$$(6) \quad \bar{x}_{l,m,i} = \frac{\sum_{j=1}^n x_{l,m,i,j}}{n}$$

حيث $\bar{x}_{l,m,i}$ هي متوسط الدرجات الممنوحة للتكنولوجيا i وفقاً لمعايير قيد النظر ($i = 1, 2, 3, \dots, k_3 - 1$ - عدد التقنيات قيد النظر)؛
 $x_{l,m,i,j}$ - الدرجة المعطاة للتكنولوجيا i من جانب الخبير j مقسوماً على 10.
 4 يحسب معامل الترقية لكل تقنية قيد النظر.

$$K_{PROSP_i} = \sum_{l=1}^{k_1} w_l \cdot \sum_{m=1}^{k_2} v_{l,m} \cdot \bar{x}_{l,m,i} \quad (7)$$

حيث K_{PROSP_i} هو معامل الترقية للتقنية i ($i = 1, 2, 3, \dots, k_3 - 1$ - عدد التقنيات)، الوحدات النسبية؛ w_l وزن مجموعة المعايير l
 $v_{l,m}$ - وزن المعيار m ($m = 1, 2, \dots, k_2 - 1$ - عدد المعايير في المجموعة l)،
 الوحدات النسبية؛ $\bar{x}_{l,m,i}$ - متوسط درجة التقنية i حسب المعيار m في مجموعة المعايير l ، الوحدات النسبية.

تقييم مورد الترددات المطلوب والكافي للأنظمة والتطبيقات التالية: المتنقلة والثابتة والإذاعية والساتلية والأجهزة قصيرة المدى (SRD)

عند تحديد الحد الأدنى الضروري لمورد الترددات، يتم تجميع جميع التقنيات المختارة بحسب الفئات: أنظمة الاتصالات المتنقلة وأنظمة الاتصالات الثابتة وأنظمة البث الإذاعي والأنظمة الساتلية والأجهزة قصيرة المدى.

يمكن وصف منهجية تحديد الطلب على الطيف على النحو التالي:

- اختيار معلمات خدمات الاتصالات المقدمة.
- حساب عدد المشتركين لكل متر مربع بقسمة إجمالي عدد المشتركين على منطقة الخدمة (الخلية).
- اختيار عوامل التغلغل (%). ويمكن أن يكون لكل منطقة عامل تغلغل مختلف.
- حساب عدد المشتركين لكل خلية (في الأنظمة الخلوية).
- تعريف قيم معلمات الحركة:
 - الحمولة في ساعات الذروة (نداءات/ساعة)؛
 - مدة جلسة الاتصال (بالثواني)؛
 - معامل نشاط المشتركين (بالوحدات).
- حساب حركة المرور لكل مشترك.
- إجمالي حركة المرور (ميغابايت في الثانية).
- حساب أداء النظام مع مراعاة نوعية خطوط الاتصالات والعدد المقبول لحجب النداءات.
- تقييم الطيف المطلوب لتنفيذ التكنولوجيا الجديدة.

إذا كان ثمة حاجة إلى مزيد من التفاصيل في تقييم الطيف المطلوب، يمكن الرجوع إلى التوصيتين ITU-R M.1390 و M.1768-1 حيث توجد منهجيات لحساب متطلبات الطيف للاتصالات IMT-2000 و IMT-Advanced. وبالإضافة إلى ذلك، تقدم التوصية ITU-R M.1651 أيضاً كيفية تقييم الطيف المطلوب لأنظمة النفاذ اللاسلكي الجوال عريض النطاق التي تستعمل النطاق 5 GHz.

وضع التدابير لتوفير تقنيات مرتقبة تتمتع بقدر كاف من الطيف

يمكن استخدام التحويل أو إعادة التوزيع أو استخدام أساليب جديدة لإدارة الطيف (LSA¹ مثلاً) كتدابير لتزويد التقنيات المبشرة بموارد الترددات الراديوية.

¹ لمزيد من المعلومات، انظر التقرير ITU-R SM.2404 - الأدوات التنظيمية لدعم تقاسم الاستعمال المعزز للطيف.

الفصل 2

سيناريوهات التقييم

1 مقدمة

تبعاً لما تكون عليه التوقعات الوطنية والموارد المتاحة والإطار التنظيمي للطيف، يمكن لمدير الطيف الوطني أن يختار من بين عدد من الطرائق لتقييم السيناريوهات فيما يتعلق بأثرها المحتمل على استعمال الطيف. ويمكن أن يعتمد تقييم السيناريوهات التي تؤثر على استعمال الطيف على النهج الاستشارية أو التحليلية أو على توليفة من النهج. ويمكن أن يكون مفصلاً للغاية، مع الأخذ في الاعتبار جميع العوامل المحتملة، أو مختصراً في نظره العامة. وعلاوة على ذلك، يمكن أن تكون مسؤولية النظر في العوامل في المقام الأول مسؤولية مدير الطيف الوطني (انظر الفصل 1) أو يمكن توزيعها على الجهات المعنية. ويساعد هذا التقييم للسيناريوهات في نهاية المطاف على تشكيل الأساس لقرارات مدير الطيف الوطني فيما يتعلق بتوزيع الطيف أو اللوائح. ويمثل السيناريو تسلسلاً افتراضياً للأحداث استناداً إلى الأحداث والتطورات المتعلقة بمجال معين (مثل الاتجاهات السكانية لبلد ما) أو لفترة زمنية محددة، والتي ترتبط بشكل أو بآخر. وليس السيناريو في حد ذاته تنبؤاً ولكنه يكمل التنبؤ التقليدي بتوفير سجل لتسلسل محتمل لفرادى الأحداث المتعلقة بجانب من جوانب الأنظمة مثير للاهتمام بشكل خاص.

وفي إطار التخطيط طويل الأجل، تستخدم السيناريوهات للتنبؤ بالتطورات المحتملة. وهي مفيدة من حيث:

- زيادة موثوقية التنبؤات وتفسير المخاطر (الموثوقية)،
- تحديد الخيارات الاستراتيجية المحتملة.

وتستند السيناريوهات إلى عوامل التأثير الرئيسية، أي العوامل السياسية والاقتصادية والاجتماعية والتقنية. ويمكن تطويرها بشكل منهجي مع تشكيلات مختلفة من العوامل وما يرتبط بها من درجات الاحتمال المقدرة.

2 النهج التشاوري

يعتمد النهج التشاوري على فرضية أن مخططي الطيف يمكنهم، من خلال إجراءات تعاونية تشمل مستعملي الطيف ومقدمي الخدمات ومصنعي المعدات ومعاهد البحوث، التوصل إلى تحديد دقيق معقول وفعال من حيث التكلفة للاحتياجات من الطيف واستعماله على المدى الطويل. وهكذا، فهو يأخذ في الاعتبار المدخلات التحليلية والبديهية من مجتمع مستعملي الطيف، ويضع عبء المسؤولية عن الكثير من التحليل والتنبؤ على عاتق أصحاب الشأن ذوي المصلحة. ومسألة التفصيل في تحليل العوامل منوطة بمجتمع المستعملين. ونظراً للتغيرات السريعة في صناعة الاتصالات الراديوية والموارد المحدودة المتاحة لمديري الطيف الوطنيين، غالباً ما يمثل هذا النهج الخيار الأفضل والفعال من حيث التكلفة لمخططي الطيف.

1.2 البحث في المتطلبات من الطيف/الخدمات في المستقبل

يبدأ النهج التشاوري بإشعار أو إعلان عام أولي، يبلغ جميع الأطراف المهتمة بأن خطة طيف طويلة الأجل، أو في بعض الحالات، مكونة استراتيجية محددة للخطة، سيتم تطويرها، ويلتمس ما يرتبط بهذه الخطة من معلومات تقنية واجتماعية واقتصادية. وينبغي توزيع الإشعار على نطاق واسع، ويفضل أن يكون ذلك في منشور رسمي معروف بأن له جمهور واسع. والطبيعة العامة للإشعار ضرورية للحصول على أقصى قدر من الاهتمام والتعليقات من مشغلي النظام المحتملين. ومن شأن القيود على توفر الطيف أن تحد من الاستجابة. ومع ذلك، وفي البلدان التي لا تتوفر فيها طرائق النشر الرسمية هذه أو في الحالات التي يكون فيها الوقت محدوداً، فإن الاستعانة بالهيئات الاستشارية القائمة قد يمثل نهجاً فعالاً لجمع المعلومات.

ويجب تحديد نطاق الاستقصاء وكذلك الجدول الزمني للردود. ويمكن توقع الردود من مجموعات مستعملي الطيف ومقدمي الخدمات الراديوية ومصنعي المعدات والمؤسسات الحكومية، بما في ذلك الجيش وعامة الناس. ويمكن لمخططي الطيف أن يطلبوا أن تكون الردود مكتوبة أو من خلال حوار مباشر. وفي أي حال، تشكل الردود الواردة من هذه المجموعات الأساس لتحديد الاحتياجات من الطيف وتؤدي إلى قرارات إدارة الطيف.

وكما ذكر أعلاه، يقدم عدد من المجموعات معلومات لهذه العملية التشارورية. ومجموعات المستعملين هم المستعملون النهائيون للخدمات الاتصالات الذين لهم مصلحة مشتركة في الحصول على أفضل خدمة بأقل تكلفة. وقد تتمكن مجموعات المستعملين هذه من التعبير عن متطلبات خدمات راديو جديدة أو موسعة. ومقدمو خدمات الاتصالات الراديوية هم الكيانات التجارية التي توفر الخدمات للمستعملين النهائيين. ومقدمو الخدمات لديهم توقعات بنمو الخدمة على أساس الاستطلاعات الخاصة بهم والحكمة في مجال الأعمال. ويمكن أن ينعكس نمو الخدمة هذا في الطلب على طيف إضافي. ولدى الشركات المصنعة للمعدات الراديوية مصلحة في نمو الأنظمة القائمة على الراديو، ويمكنها تقديم تعليقات تقنية على مدى ملاءمة مختلف نطاقات التردد لخدمة راديوية مقترحة، إلى جانب التنبؤات بالتطورات التقنية التي قد تحسن كفاءة الطيف.

ويكون للحكومات الوطنية والمحلية، فضلاً عن الجيش، احتياجات من الطيف لتلبية أنظمة الاتصالات الراديوية في المستقبل. ومع أن الخدمات التجارية يمكن أن تلي جزءاً من هذه الاحتياجات، فقد يكون الكثير منها فريداً ويحتاج إلى أنظمة راديوية فريدة من نوعها مكرسة لهذه الأغراض. ومن المحتمل أن تنطوي بعض الأنظمة على الأمن القومي إلى الحد الذي لا تكون فيه معرفة هذه الأنظمة في المجال العام، ويجب حمايتها من قبل الهيئة التنظيمية.

والمبدأ الأساسي للعملية التشارورية هو أن المستعملين ومقدمي الخدمات والمصنعين هم القادرون على تقييم احتياجاتهم من الطيف على أفضل وجه. وبما أنهم يديرون أعمالاً أو يقومون بوظيفة حكومية، فيجب أن يكونوا قادرين على تقييم احتياجاتهم وتكاليفها وطلبات المستعملين. لذلك، يجب النظر في العوامل المجتمعية والاقتصادية وتحديدها من قبل المشاركين عند بيان احتياجاتهم.

وبما أن الذين يرغبون في الحصول على الطيف هم الذين يستجيبون للاستقصاء، فقد يكون هناك ميل معقول للمبالغة في تحديد الاحتياجات من الطيف والخدمة. لذلك، يمكن لمديري الطيف الوطنيين استخدام الحوار التفاعلي وتحليل اتجاهات الاستعمال للمساعدة على ضمان قدر كافٍ من الدقة.

2.2 التفاعل بين/مع المجموعات التمثيلية

يمكن إجراء العمليات التشارورية الرسمية من خلال نهج تكراري متعدد الخطوات. وبينما يمكن أن يحدث تفاعل الأطراف المهتمة من خلال الردود الرسمية والردود اللاحقة على الاستقصاء، فإنه يزيد من مقدار الوقت اللازم لإكمال عملية الاستقصاء. وفي كثير من الأحوال، قد يكون هذا الوقت ثميناً في إعطاء مدير الطيف الوطني الفرصة الكافية للنظر في المسائل. وعلاوة على ذلك، فإنه يطمئن إلى أن جميع الأفكار قد تم تسجيلها والنظر فيها.

ومع ذلك، ورغبة في تعزيز التفاعل، وفي بعض الحالات تسريع العملية، من المناسب مقابلة ممثلي المجموعات الرئيسية من المستجيبين خلال فترة الاستقصاء. ويتيح هذا التفاعل الفرصة لإقامة حوار بين المستعملين ومقدمي الخدمات والهيئات التنظيمية لتوضيح الغرض من الإجراء وتقليل أو إزالة المبالغة المحتملة في الاحتياجات من الطيف. وهو يضع كل احتياج في سياق الاحتياجات الأخرى (الجديدة والقديمة على السواء) وبذلك يضيفي درجة من الواقعية على المفاوضات من أجل الحصول على الطيف وفي نهاية المطاف على حصيلة التخطيط. وفي كثير من الأحوال، يساعد هذا الحوار المطالبين على مراجعة طلباتهم عندما يعملون مع الآخرين.

3.2 تحليل اتجاهات الاستعمال

ينبغي مقارنة نتائج أي استقصاء بالاحتياجات القائمة على تحليل اتجاهات الاستعمال للخدمات الراديوية القائمة. وتكون الاحتياجات المتزايدة من الطيف لدى مجموعة المستعملين المستقرة أو المتراجعة موضع شك كبير، ما لم يكن النقص الراهن في الخدمة المتاحة يحول دون نمو عدد المستخدمين. ومن شأن استقراء بيانات الاستعمال وحساب الطيف المطلوب، بافتراض التقنيات التي تتسم بكفاءة استعمال

الطيف، أن يوفر للهيئة التنظيمية تقريباً للاستعمال المستقبلي لمقارنته بنتائج الاستقصاء. وقد يكون التنبؤ القائم على اتجاهات الاستعمال مضللاً إلى حد ما في حالة الاتجاهات غير الخطية (الطفرات). وهذه هي الحالات التي قد يرتفع فيها الاستعمال ارتفاعاً هائلاً في المستقبل القريب بسبب طفرة في التكنولوجيا أو تخفيضات كبيرة في أسعار الخدمة. ومع ذلك يتم، في النهج التشاوري، التركيز على عمليات فعالة من حيث التكلفة. لذلك، يجب تقييم مدى تحليل اتجاهات الاستعمال من حيث تحسين الدقة التي ينتظر أن تنتج عنها.

4.2 مثال

في عام 1993، أطلقت وكالة تابعة لإدارة الولايات المتحدة الأمريكية برنامجاً لتحديد الاحتياجات الوطنية من الطيف لمدة عشر سنوات في المستقبل. وتم نشر إشعار بالاستقصاء في السجل الفيدرالي، وهو منشور حكومي يومي تنشر فيه اللوائح الفيدرالية والاستقصاءات والإشعارات العامة المتعلقة بالأنشطة الحكومية وتعمم على الجمهور. وقد وصف هذا الاستقصاء الحاجة إلى التنبؤ بالاحتياجات من الطيف، وطرح سلسلة من الأسئلة بشأن الاحتياجات من الطيف في المستقبل. وطلب الاستقصاء رداً من المنظمات والشركات والأفراد.

واستجابةً للاستقصاء، تم تلقي أكثر من 70 تعليماً من دوائر الصناعة ومجموعات المستعملين والأفراد والوكالات الحكومية. وتراوح مدى التعليقات من صفحتين إلى عدة مئات الصفحات. واستعرضت التعليقات وتم تجميع الاحتياجات من الطيف في المستقبل لمختلف الخدمات الراديوية الموزعة.

وجرى تفحص الإحصاءات المتعلقة بالتراخيص الراديوية للقطاعين الحكومي والخاص لتحديد درجة الترابط مع التعليقات الواردة بشأن الاحتياجات من الطيف في المستقبل. وعقب التحليل، عقدت اجتماعات مع مجموعات مستعملي الخدمات المتنقلة البرية ومقدمي خدمات الاتصالات الشخصية والمصنعين لتبادل المعلومات الإضافية المتعلقة بالاحتياجات من الطيف في المستقبل.

وقُدمت النتائج الأولية للاحتياجات المستقبلية من الطيف إلى اللجان الاستشارية الحكومية المؤلفة من خبراء في مجال الاتصالات. واستعرضت هذه اللجان النتائج وقدمت تعليقات إضافية على الاحتياجات من الطيف.

وأخيراً، وبعد النظر في جميع التعليقات المستلمة، تم إعداد تقرير² يتنبأ بالاحتياجات من الطيف في المستقبل للخدمات الراديوية الموزعة في الولايات المتحدة الأمريكية. وبناءً على هذا التقرير والاحتياجات من الطيف الموثقة في لجان أخرى، يمكن وضع خطط لمراجعة جداول التوزيع الوطنية والدولية لتلبية الطلبات على خدمات الاتصالات في المستقبل.

3 النهج التحليلي

1.3 مقدمة

يشتمل النهج التحليلي على تحليل مفصل للعوامل التي تؤثر على الاتجاه الذي يتعين التنبؤ به. ويجري تحويل نتائج وافتراسات التحليل إلى أرقام مفهومة. وتحسب هذه الأرقام رياضياً بواسطة برمجية حاسوبية إذا توفرت.

وتتميز هذه الطريقة التي تجمع بين التحليل والرياضيات بالمزايا التالية:

- تُستخدم طريقة شاملة من القاعدة إلى القمة تستند إلى بيانات مفصلة لتوليد النتائج وتسجيلها؛
- بيانات العوامل المؤثرة مستمدة من إحصاءات السنوات السابقة. ويتم استقراء الإحصاءات الخاصة بالسنوات المقبلة من هذه الإحصاءات؛
- يمكن تحديد الترجيح لكل عامل مؤثر باستخدام المسوحات و/أو مواد البحوث الأخرى (مثل تقييم الدراسات الخارجية والتقارير التقنية وكذلك المواد الإعلانية)؛

- يمكن على الفور تحديد الآثار التي تغير العوامل الإفرادية المؤثرة فيما يتعلق بنتائج التنبؤ؛
- لا تتطلب الطريقة التحليلية بالضرورة مدخلات مكثفة من خارج منظمات إدارة الطيف ويمكن تطبيقها باستخدام الإحصاءات الموجودة؛
- يفضي الأسلوب التحليلي المفصل والشامل باستخدام إحصاءات موثوقة إلى نتيجة موضوعية نسبياً.

2.3 خطوات لتطوير النهج التحليلي

يتكون النهج التحليلي من الخطوات التالية:

الخطوة 1: تحليل شامل للوضع الراهن؛

الخطوة 2: الافتراضات المعقولة المطروحة فيما يتعلق بالعوامل (انظر الملحق 1 بالفصل 1)؛

الخطوة 3: تطوير السيناريوهات المحتملة

- سيناريو موثوق به يشير إلى أي عناصر من عدم اليقين وأسبابها الكامنة؛

- سيناريوهات أخرى تركز على أهم عوامل عدم اليقين؛

الخطوة 4: تقييم السيناريوهات

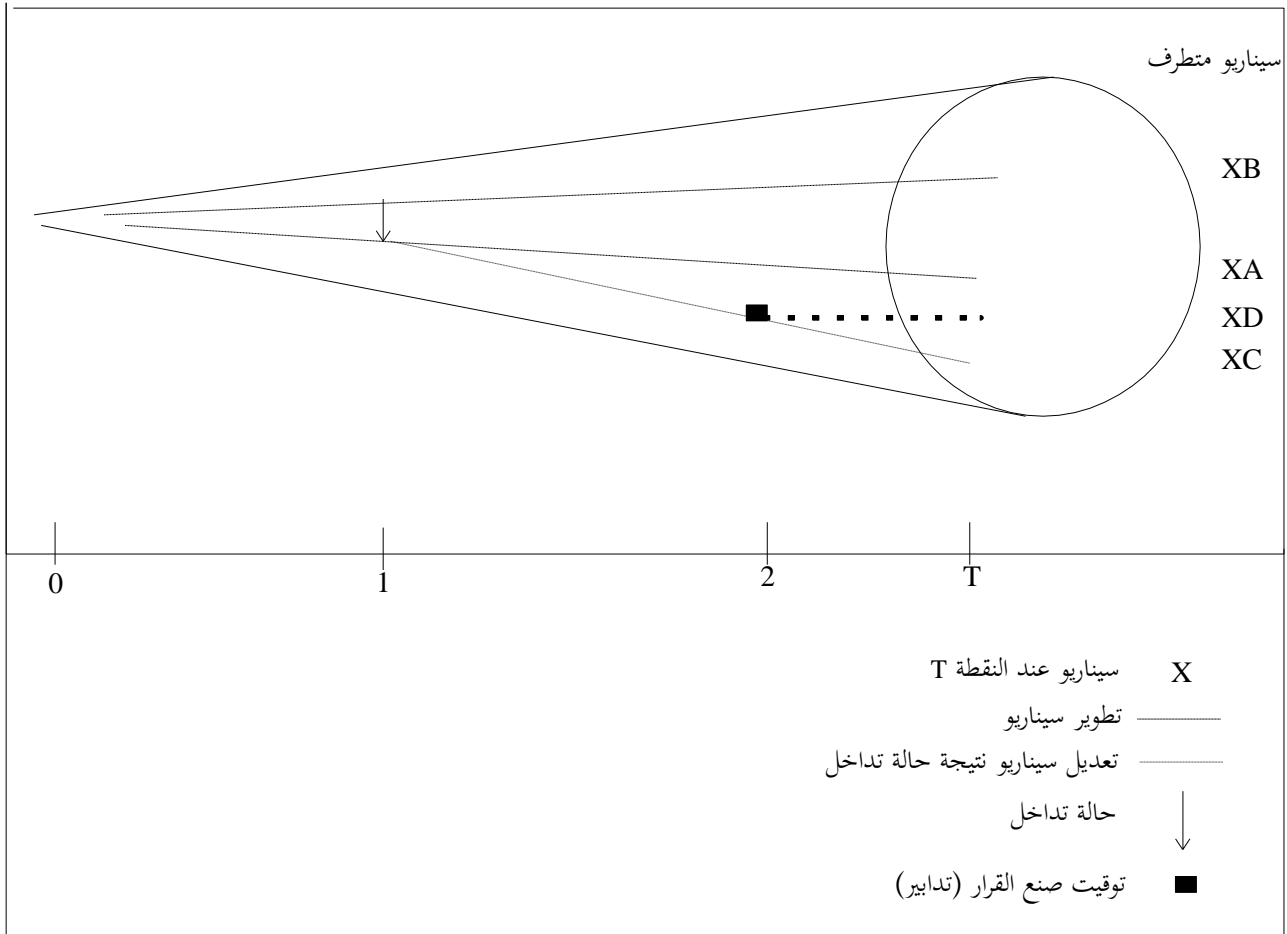
- تقييم السيناريوهات للتحقق من اكتمالها وصلاحيته والعوامل وما يرتبط بها من مخاطر وفوائد وأولويات؛

الخطوة 5: تقديم مجموعة من المخرجات النهائية.

يوضح الشكل 4 تطور السيناريوهات كما هو موضح في الخطوة 3. ويمثل المخروط مدى التقييم الممكن بمرور الزمن ويوضح خصائص السيناريو.

الشكل 4

تطوير السيناريوهات



تحدد التطورات في المستقبل القريب إلى حد كبير بحكم الوقت الحاضر (باستثناء الأحداث غير المتوقعة). وكلما ابتعد أفق المستقبل، اتسع مدى التطورات الممكنة. ويوضح المخروط كيف يتسع مدى التطورات المحتملة. ويتحدد قطر قاعدة المخروط بعدد العوامل المتغيرة المأخوذة في الاعتبار. وجميع المسارات الممكنة للتطورات في الفترة من 0 إلى T تنتهي في القاعدة. ويوصف بعض هذه المسارات من خلال السيناريوهات: ليس من الممكن ولا من المنطق اقتصادياً دراسة جميع المسارات التي يمكن تصورها ضمن السيناريوهات الثلاثة. ويمثل السيناريوهان A و B مسارين متوسطين يأخذان جميع العوامل في الاعتبار. وفي حالة وقوع حدث عند النقطة 1 يتداخل مع المسار، فإن المسار يتغير وينتهي في C. وإذا اتخذ قرار في النقطة 2، فإن المسار سوف يتغير مرة أخرى وينتهي في D.

3.3 استعمال التقنية التحليلية في عملية تخطيط الاحتياجات من الطيف طويل الأجل

يمكن النظر إلى التقنية التحليلية بمثابة نموذج يمكن تحويله إلى برنامج حاسوبي أو تحليله يدوياً.

مثال ذلك، أنتجت الهيئة التنظيمية الألمانية للاتصالات والبريد، في جملة أمور، سيناريو لاتجاهات عدد مستعملي النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (UMTS) حتى عام 2010. وقد ميز السيناريو بين المستعملين من القطاع الخاص والمستعملين من قطاع الأعمال.

وتم تحديد ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر على أعداد المستعملين من القطاع الخاص:

- اتجاهات الدخل؛
- التوزيع العمري؛

- حجم الأسرة المعيشية.

وتم تحديد هذه العوامل باستخدام وثائق المكتب الإحصائي الفيدرالي إلى جانب البيانات المتعلقة بأسعار الراديو المتنقل واتجاهات التعرفات، وعمر السكان وتوزيع القدرة الشرائية، والأنشطة الترفيهية، والتزايد في عدد الأسر الصغيرة (ذات الدخل المزدوج، دون أطفال). واستمدت هذه البيانات من التحليلات السابقة والأبحاث والمنشورات التقنية والإحصاءات الديمغرافية.

وتم تحديد أقصى عدد محتمل من مستعملي قطاع الأعمال مع مراعاة عدد واتجاهات عدد العاملين ذوي الدخل وعدد المركبات التي تستخدمها الشركة. كما تم تحديد العدد المحتمل المتوقع للمستعملين بحلول عام 2010 بطرح نسبة مئوية معينة للسماح للمستعملين المزدوجين، أي الأشخاص الذين يستخدمون النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (UMTS) لكل من الأغراض الخاصة وأغراض الأعمال.

واستخدمت بيانات المستعمل هذه لإنتاج نموذج حركة أدى في نهاية المطاف إلى تنبؤ بالاحتياجات من الطيف لنظام UMTS في عام 2010، مع مراعاة العوامل التقنية المؤثرة، مثل عرض نطاق النظام وتباعد القنوات ونصف قطر الخلية وتشكيل الخلية. وعندما يتم تطوير سيناريو في الماضي، يمكن مقارنته بالتطورات الحالية لتأكيد دقته ومراجعته إذا لزم الأمر.

الفصل 3

الإجراءات المناسبة للانتقال من استعمال الطيف الحالي إلى الأهداف طويلة الأجل

1 تحديد أهداف إدارة الطيف طويلة الأجل

ينبغي أن ينظر تحديد أهداف إدارة الطيف طويلة الأجل في تعزيز استعمال الطيف الراديوي باستخدام مختلف المنهجيات التقنية والتشغيلية المعروفة حالياً أو قيد التطوير. وينبغي أن تراعي هذه الأهداف النمو المحتمل للخدمات الراديوية الحالية وكذلك إدخال ونمو خدمات وتطبيقات جديدة. وعلاوة على ذلك، ينبغي مراعاة التغيرات في استعمال الطيف من قبل دوائر الصناعة المحلية والجمهور العام، والتغيرات في التكنولوجيا وكذلك العوامل التقنية وغير التقنية الموصوفة في الملحق 1 بالفصل 1.

ويمكن تحديد أهداف إدارة الطيف طويلة الأجل على النحو التالي: تعزيز تطوير واستعمال الطيف الراديوي لدعم البيئات التكنولوجية والاجتماعية والسياسية والاقتصادية المتغيرة، لتحقيق أقصى قدر من صافي المنفعة للجميع.

وينبغي أن تشمل الأهداف طويلة الأجل مدخلات من الحكومة (الحكومات) ودوائر الصناعة المحلية، وضمن دوائر الصناعة من المنظمات الكبيرة والصغيرة ومن عدد من المواقع الجغرافية.

2 تقييم عملية إدارة الطيف الحالية

ينبغي أن يتضمن هذا التقييم دراسة للعملية الوطنية الحالية لإدارة الطيف وذلك لتحديد مواطن الضعف ومواطن القوة المتصورة من زاوية دوائر الصناعة والحكومة. وتشكل نتيجة هذا التقييم الأساس لتطوير استراتيجيات محدثة طويلة الأجل لإدارة الطيف.

3 الإجراءات الانتقالية

يعتمد أساس عملية إدارة الطيف طويلة الأجل على الاختيار الدقيق للاستراتيجيات لتحقيق أهداف إدارة الطيف طويلة الأجل. وينبغي دمج الاستراتيجيات المختارة في خطة وطنية طويلة الأجل للطيف. وفيما يلي قائمة بالإجراءات الانتقالية الرئيسية لاستعمال الطيف واستراتيجيات إدارة الطيف طويلة الأجل:

1.3 تشجيع الاستعمال الفعال للطيف

يمكن تحقيق الانتقال من استعمال الطيف الحالي إلى الأهداف طويلة الأجل باستخدام التقنيات والإجراءات الهندسية المتقدمة للطيف. وينبغي تشجيع مقدمي الخدمات على استخدام هذه التقنيات والإجراءات، من قبيل فرض رسوم ترخيص مخفضة أو ثابتة. وإجراءات الانتقال التي تبحث هنا هي:

1.1.3 الاستخدام الفعال للتقنيات الجديدة لتحسين إعادة استعمال الترددات

يمكن تعريف إعادة استعمال الترددات على أنه عدد مرات استعمال نفس التردد في منطقة جغرافية معينة دون التأثير سلباً على أي مستعمل للتردد. وتنسيق الترددات هو عادة إحدى المشكلات المحددة في تقنية إعادة الاستعمال. ويمكن تحقيق الاستعمال الفعال للطيف باستخدام التقنيات الهندسية المتقدمة لزيادة إعادة استعمال الترددات وتقليل عرض نطاق القنوات وتحسين تقنيات التشفير وتقنيات التشكيل واستراتيجيات النفاذ وتقاسم النطاق دون تداخل وإدخال معايير جديدة لتقاسم الطيف ووضع استراتيجيات لتخصيص الترددات ونماذج استعمال الطيف، وغير ذلك من التقنيات الهندسية والتشغيلية.

والنهج التقنية لإعادة استعمال الترددات وتراكبات الأنظمة بين الخدمات معروفة جيداً. ويغطي كتيب الاتحاد بشأن الإدارة الوطنية للطيف لعام 2015، في فصوله عن ممارسات هندسة الطيف واستعمال الطيف، المسائل التي تشمل قياسات استعمال الطيف وكفاءة استعماله عند تنفيذ هذه النهج. وبالإضافة إلى ذلك، يتناول الكتيب تقنيات مثل لاغيات التداخل وشاشات التداخل والهوائيات العاكسة للموجات المليمترية والهوائيات التكميلية البرية المتنقلة. ولن يتكرر بحث هذه المسائل هنا.

2.1.3 تقسيم القنوات

ينطوي تقسيم القنوات على زيادة استعمال الطيف من خلال إعادة تخطيط نطاقات الطيف الحالية باستخدام قنوات بعرض نطاق أضيق. ويستتبع تقسيم القنوات استخدام تقنيات أكثر كفاءة من الناحية الطيفية وإدخال معايير تقنية وتشغيلية جديدة. ويتعين أن تأخذ إجراءات تقسيم القنوات في الاعتبار أن الطيف قيد النظر لإعادة التخطيط يستخدم عادة بشكل مكثف. ويتعين تحليل العديد من المسائل الأخرى عند وضع خطة تقسيم القنوات، بما في ذلك:

- استمرارية الخدمة: يتعين إجراء إعادة التوزيع دون انقطاع الخدمة.
- التكاليف: نهج تطوري للتنفيذ لخفض التكاليف المترتبة على مستعملي الطيف.
- التوافق: يعتبر تحقيق قدر من التوافق الرجعي وقابلية التشغيل البيني أمراً ضرورياً، في معرض التطوع إلى تحسين الوظائف والقدرات التي تجلبها التكنولوجيا الجديدة.
- المخاطرة: ينبغي تحقيق توازن بين السياسات لتوفير سعة إضافية وتلبية احتياجات المستخدم من الحلول منخفضة المخاطر.
- الموازنة: من الضروري التنسيق، حيثما أمكن، مع البلدان المجاورة وعلى المستوى الدولي.

3.1.3 إعادة نشر الطيف

قد تؤدي خطة الطيف، وفقاً لظروف معينة وبموجب قرارات مناسبة بعيدة المدى، إلى إعادة نشر الخدمات. وقد يعني ذلك نقل المستعملين الحاليين لنطاق الطيف إما إلى تقنيات جديدة أو إلى نطاقات تردد جديدة. وقد تنشأ الحاجة إلى إعادة النشر لعدة أسباب، منها:

- قد يكون أحد توزيعات الطيف قيد التشغيل لفترة طويلة من الزمن ولم يعد يكفي لتلبية احتياجات المستعملين أو المقدرات الأخرى للأنظمة الحديثة؛
- يكون توزيع ترددي مطلوباً ضمن مدى معين من الترددات من أجل خدمة راديوية جديدة وتكون تلك الترددات مشغولة بخدمات لا يمكن للخدمة الجديدة أن تتقاسمها؛
- قرار صادر عن أحد المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية بتوزيع أحد نطاقات التردد المشغولة حالياً إلى خدمة مختلفة على أساس عالمي أو إقليمي.

4.1.3 تراكب الخدمات وتقاسم نطاق التردد

يمكن أن يؤدي التقاسم الفعال لنطاقات التردد لعدد من الخدمات دوراً هاماً في تقليل الطلب على الطيف الجديد. ومن ثم لا بد من تحديد نطاقات التقاسم الحالية والمقبلة.

إن مفهوم خدمات النطاق العريض التي تتقاسم الطيف مع خدمات النطاق الضيق نهج مبشر للحد من الطلب على المزيد من الطيف. ويعالج هذا المفهوم الأحوال التي يمكن فيها للخدمات الراديوية، بسبب خصائص مخطط تشكيل معين أو معلمات نظام معين، أن تشارك في استخدام نطاق طيف دون أن تتسبب في تداخل ضار فيما بينها. ويسمى هذا النهج تراكب الخدمات.

وثمة مثال نموذجي لتراكب الخدمات وهو قدرة أنظمة الطيف المنتشر على العمل بكفاءة مع الأنظمة التقليدية. وتستخدم تقنيات مثل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) والنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) والنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) على نحو شائع لتوفير أنظمة التقاسم. وينبغي النظر في تراكب النظام على أساس كل حالة على حدة مع البروتوكولات والمعماريات الخاصة للخدمات التي تنطوي على احتمال التداخل والتي يتم تحليلها على وجه التحديد. وقد يتطلب الأمر تقاسم الطيف واستراتيجيات توزيع الترددات ونماذج استعمال الطيف.

5.1.3 تقاسم الأنظمة الراديوية

يمكن لعدد من المؤسسات تقاسم نظام راديوي واحد بدلاً من تشغيل النظام الخاص بكل منها. ويحتاج الأمر إلى التكنولوجيا لإقامة جدران الحماية اللازمة بين وظائف مختلف المستعملين وترتيب الأولويات على نحو شفاف. ويتطلب ذلك آلية لتحديد ومراعاة أنماط التحميل المختلفة لكل خدمة على النظام المتقاسم لزيادة إمكانية التقاسم. ومن شأن تقاسم نظام راديوي من قبل عدد من الهيئات (الشرطة والإطفاء والإسعاف) أن يكون قادراً على تحسين استعمال الطيف الراديوي إلى حد كبير، ولا سيما في المناطق المكتظة بالطيف. ويقلل هذا التقاسم أيضاً من تكلفة النظام الراديوي.

6.1.3 استعمال الطيف الخامل

من شأن قلة الموارد المالية أو المعدات، أو الفوائد الاقتصادية الناجمة عن منع استعمال الطيف من قبل الآخرين، أن تؤدي حالياً إلى عدم استعمال بعض أصحاب التراخيص للطيف المرخص لهم. وينبغي أن تهدف السياسات واللوائح والبرامج إلى تقليل الاستعمال المنخفض للطيف المرخص من قبل أصحاب التراخيص. ويمكن تحقيق ذلك، على سبيل المثال، من خلال فرض عقوبات على عدم استعمال الطيف المرخص ربما بسحب الترخيص.

وينبغي أن تشجع السياسات واللوائح والبرامج أيضاً توسيع الخدمات نحو نطاقات غيغاهرتز العالية ($< 40 \text{ GHz}$)، خاصة بالنسبة للخدمات التي تتطلب حصراً تطبيقات طيفية و/أو عريضة النطاق. والطيف الراديوي فوق 40 GHz غير مستغل بأكمله حالياً. وهذا الجزء من الطيف لديه القدرة على دعم خدمات النطاق العريض جداً وإعادة استخدام التردد العالي بسبب صغر حجم الخلية في هذه الترددات العالية. ويوفر هذا الجزء من الطيف أيضاً العديد من مزايا التنفيذ، بما في ذلك الهوائيات الأصغر وعرض الحزمة الأضيق وخفض حجم الأجهزة ووزنها وسهولة التركيب وإعادة التشكيل.

7.1.3 استعمال شبكات توزيع الخطوط السلكية كشبكة إضافية

يمكن استخدام الشبكات السلكية كبديل للشبكات اللاسلكية لتقليل الطلب على الطيف، خاصة في المناطق المزدحمة ولتطبيقات النطاق العريض. وينبغي وضع السياسات واللوائح لتشجيع استخدام تقنيات الشبكة الذكية المتقدمة من أجل السماح بسلاسة الواجهات بين توزيع الخطوط السلكية والوصلات اللاسلكية قصيرة المسافة.

2.3 تعزيز مرونة استعمال الطيف

ينبغي تصميم برنامج طويل الأجل لإدارة الطيف من البداية للسماح بمرونة الاستراتيجيات وترتيب أولوياتها. وينبغي لهذا البرنامج أن يوفر ما يلي:

- السماح بمرونة الخدمة، أي استعمال الطيف الراديوي لتقديم أي خدمة (صوت، بيانات، صورة، وما إلى ذلك) رهناً بالقيود التقنية لنطاق التردد المعني؛
 - السماح بالمرونة التقنية، أي استخدام أي تكنولوجيا لتوفير خدمة تخضع لقيود التداخل؛
 - وضع سياسات ولوائح مرنة وغير إلزامية لاستيعاب قوى السوق والابتكار. ويجب أن تتمتع السياسات واللوائح بالمرونة لتلبية الاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية والتقنية المتغيرة.
- وكمثال على ذلك، فإن البرنامج الذي يعزز مرونة استعمال الطيف هو مفهوم ترخيص الكتلة أو الطيف. وفي هذا الصدد يتم ترخيص كتلة من الطيف، بضعة ميغاهرتزات عادة، لمستخدم ما على أساس جغرافي. ويصبح المرخص له مسؤولاً عن هندسة النظام وعن تنسيق الترددات، وفي حدود المنطقة المرخصة، حيث يتم تقاسم الطيف مع أصحاب تراخيص الكتل الأخرى، داخل المنطقة المرخصة. ومن شأن ترخيص كتلة كبيرة من الترددات بدلاً من كل قناة على حدة تمكين استعمال أفضل للطيف الراديوي.

3.3 تعزيز الفوائد الاجتماعية والاقتصادية التي يمكن تحقيقها من خلال الإدارة المناسبة للطيف

تنهض إدارة الطيف بدور رئيسي في زيادة الرفاه الاجتماعي والاقتصادي للبلد من خلال تعزيز استعمال الطيف للتطبيقات اللاسلكية. ولا بد من التأكيد بشدة على أن الفائدة الاقتصادية بهذا المعنى يجب أن تستخدم في سياق واسع بدلاً من مجرد زيادة إيرادات الترخيص. ويمكن تحقيق هذا المفهوم خلال عملية الترخيص، وهي:

- تضمن استعمال أفضل مدى تردد متاح مناسب للتطبيق بأعلى قدر من الكفاءة تسمح بها التكنولوجيا؛
 - تشجع المنافسة المستدامة بين مقدمي الخدمات؛
 - تؤدي إلى استعمال كثافة أعلى في توزيعات الخدمة باستخدام تقنيات تتسم بكفاءة استعمال الطيف، وإعادة استعمال الترددات، ونماذج تخطيط التردد المحسنة، ومعايير التقاسم المحسنة، وإسقاطات كثافة الحركة؛
 - تشجع الوافدين الجدد في الخدمات الراديوية؛
 - تحدد الهوية والكمية (قدر الإمكان) وتحقق أقصى قدر من المنافع الاجتماعية الناتجة عن استراتيجية الترخيص قيد النظر.
- وينبغي أن تتسم سياسات وأنظمة ومعايير وبرامج إدارة الطيف طويلة الأجل بأن تكون مرنة وفعالة وإستراتيجية وغير إلزامية ومحايده تكنولوجياً. وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار الآثار الصحية السلبية المتصورة أو الفعلية المترتبة على استعمال الطيف. وينبغي وضع الخطط لتثقيف الجمهور على نحو دقيق وفعال بشأن هذه المسائل.

4.3 التأكد من استعمال الطيف في جميع مناطق البلد التي تحتاج إليه

تميل المدن الكبرى إلى أن تحظى بأولوية أعلى من جانب مقدمي الخدمات، مما ينال من مستوى الخدمة في المدن الأصغر والمناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة. ويمكن تحقيق استعمال الطيف في جميع مناطق البلد، بما في ذلك المدن الصغيرة والبلدات، من خلال النظر في هذه المسألة في إطار عملية الترخيص.

5.3 بناء قوة عاملة ماهرة وتطوير أدوات هندسة الطيف المناسبة

وضع سياسات وبرامج مناسبة لتدريب قوة العمل الوطنية لإدارة الطيف والحفاظ على الجودة والكفاءة فيها. وينبغي تزويد قوة العمل بأحدث الأدوات وخاصة فيما يتعلق بالأنظمة الأوتوماتية والمساعدات الحاسوبية لتمكينها من التعامل بفعالية مع طلبات الترخيص وتحليل التداخل للتقنيات الحالية والجديدة.

وينبغي أيضاً إجراء استثمارات في مجال البحث والتطوير فيما يتعلق بإدارة الطيف لتحقيق هدف استعمال الطيف على المدى الطويل.

قائمة المختصرات

ARNS	خدمة الملاحة الراديوية للطيران (<i>Aeronautical Radio Navigation Service</i>)
CDMA	النفاز المتعدد بتقسيم الشفرة (<i>Code division multiple access</i>)
FDMA	النفاز المتعدد بتقسيم التردد (<i>Frequency division multiple access</i>)
LSA	النفاز المتقاسم المرخص (<i>Licensed shared access</i>)
MIMO	تعدد الدخل والخرج (<i>Multiple-input multiple-output</i>)
OFDMA	النفاز المتعدد بتقسيم تعامدي للتردد (<i>Orthogonal frequency division multiple access</i>)
RFID	التعرف بواسطة الترددات الراديوية (<i>Radio frequency identification</i>)
SRD	جهاز قصير المدى (<i>Short-range device</i>)
TDMA	النفاز المتعدد بتقسيم الزمن (<i>Time division multiple access</i>)
UMTS	النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>)