التقرير النهائي – المبادئ التوجيهية لتقليل خسائر الشبكات

معد لصالح:

تعزيز سوق إقليمية مستدامة للطاقة – الشرق والجنوب الأفريقي والمحيط الهندي (ESREM: EA-SA-IO)

Multiconsult

ECONOLER

ممول من الاتحاد الأوروبي

أعدته

cpcs

بالاشتراك مع

CPCS Ref: 19479
June 15, 2022

www.cpcs.ca

الخدمات الاستشارية لتنفيذ الأطر التنظيمية/ الفنية المنسقة والاستراتيجيات المجمعة للطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة في إقليم الشرق والجنوب الأفريقي والمحيط الهندي

سوف تدعم هذه المهمة السوق المشتركة للشرق والجنوب الأفريقي (الكوميسا)، وجماعة شرق أفريقيا (الإياك)، والهيئة الحكومية للتنمية (إيجاد)، ولجنة المحيط الهندي، والجماعة الإنمائية للجنوب الأفريقي (السادك) في جهودها الجماعية لتعزيز إنشاء سوق إقليمية مستدامة للطاقة في إقليم الشرق والجنوب الأفريقي والمحيط الهندي.

المبادئ التوجيهية

تمد هذه الوثيقة صانعي السياسات بالمبادئ التوجيهية لتقليل خسائر الشبكات

شكر وعرفان

يتوجه فريق CPCS بالشكر والعرفان على المساهمات التي قدمتها الجهات التي تم استشارتها في عملية إعداد هذه المبادئ التوجيهية، لاسيما فريق مشروع تعزيز سوق إقليمية مستدامة للطاقة الذين بذلوا الكثير من وقتهم.

الآراء والمحددات

ما لم يشار إلى خلاف ذلك، فإن الآراء الواردة في هذا التقرير هي آراء المؤلفين ولا تعكس بالضرورة آراء الكوميسا أو الإياك أو إيجاد أو لجنة المحيط الهندي أو السادك

وتبذل CPCS جهودًا مدروسة للتحقق من صحة البيانات التي تم الحصول عليها من الأطراف الأخرى، إلا أنها لا تستطيع ضمان دقة جميع البيانات.

بيان السرية

قد تشتمل هذه المبادئ التوجيهية على مادة تعتبر حساسة على الصعيد التجاري و/ أو سرية. **ولا يجوز إطلاع أطراف أخرى على هذه الوثيقة دون الحصول على موافقة خطية مسبقة من مشروع تعزيز سوق إقليمية مستدامة للطاقة.**

الاتصال

يمكن توجيه الاستفسارات والتعليقات على هذه المبادئ التوجيهية:

أنيرود (رودي) جوتاما
مدير المشروع
البريد الإلكتروني: agautama@cpcs.ca

المحتويات

الاختصارات iv
1 المقدمة والأهداف 1-1
1.1 ما هي خسائر الشبكات وما أهميتها؟ 1-1
2.1 الخسائر لا يمكن مقارنتها دائمًا فيما بين الدول 1-1
2 المبادئ التوجيهية 2-1
1.2 المبدأ التوجيهي الأول: ضمان فهم مشترك بشأن حساب الخسائر وعرضها 2-1
اعتماد تعريف الخسائر الفنية وغير الفنية 2-1
اعتماد طريقة حساب الخسائر 2-1
2.2 المبدأ التوجيهي الثاني: تقييم إذا ما كان تنفيذ خطة لتقليل الخسائر أمرًا مبررًا على الصعيد الاقتصادي 2-5
3.2 المبدأ التوجيهي الثالث: وضع إطار تحفيزي ملزم وتنفيذه من أجل تقليل الخسائر وتنفيذ الرصد والتقييم المتواصلين 2-6
وضع إطار تحفيزي ملزم وتنفيذه من أجل تقليل الخسائر 2-6
تنفيذ الرصد والتقييم المتواصلين 2-7
4.2 المبدأ التوجيهي الرابع: وضع تدابير/ استراتيجيات التخفيف 2-7
تدابير/ استراتيجيات التخفيف المقترحة لتقليل الخسائر الفنية 2-7
تدابير/ استراتيجيات التخفيف المقترحة للخسائر غير الفنية 2-9
الملحق (أ): تدابير تخفيف الخسائر الفنية 1
الملحق (ب): تدابير تخفيف الخسائر غير الفنية 1
الهدف الأول: تعزيز المساءلة في الطاقة 1
الهدف الثاني: حماية الإيرادات 2
الهدف الثالث: تحسين تحصيل الإيرادات 5
الهدف الرابع: تعزيز وسائل التخفيف الشاملة 5
الهدف الخامس: تيسير قبول السكان للتغييرات المفروضة (الهندسة الاجتماعية) 6
موجز تدابير التخفيف 6

محتويات الأشكال

الجدول 2-1: تدابير تخفيف الخسائر الفنية والجهة المسؤولة ..... Error! Bookmark not defined.
الجدول 2-2: تدابير تخفيف الخسائر غير الفنية والجهة المسؤولة 2-9
الجدول 3-2 الإجراءات مرتبة من حيث نسبة التكاليف إلى الفوائد (الأثر المالي) للوارد أعلاه ..... Error! Bookmark not defined.

الاختصارات

AMI	Advance Metering Infrastructure
CBA	Cost Benefit Analysis
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa
DA	Distributed Automation
DG	Distributed Generation
DMS	Distribution Management System
DPP	Discounted Payback Period
DSO	Distribution System Operator
EA-SA-IO	East Africa, Southern Africa, and Indian Ocean
EAC	East African Community
GWh	Giga Watthour (1000 MWh)
IGAD	Intergovernmental Authority on Development
IOC	Indian Ocean Commission
KPIs	Key Performance Indicators
NPV	Net Present Value
NTL	Non-Technical Losses
O&M	Operation and Maintenance
RCM	Revenue Cycle Management
RPP	Revenue Protection Program
SADC	Southern African Development Community
TL	Technical Losses
WB	World Bank

1 المقدمة والأهداف

1.1 ما هي خسائر الشبكات وما أهميتها؟

إن إمدادات الطاقة أقل والتكاليف أعلى في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى مقارنة بأي منطقة أخرى في العالم. وبالرغم من محاولات حل هذه المشكلة جزئيًا، فقد أعاقت هذه المحاولات خسائر الشبكات.[1]

خسائر الشبكات هي الفارق بين كمية الطاقة الكهربائية الداخلة إلى شبكة النقل والتوزيع وكمية الطاقة الكهربائية الخارجة منها والتي يتم سداد مقابلها. وهناك تعريفات أخرى ولكن هذا التعريف سهل الفهم ويُستخدم من قبل العديد من الشبكات.

ولدى عدد من الدول في إقليم الشرق والجنوب الأفريقي والمحيط الهندي خسائر في الشبكات يتراوح ما بين 10% إلى 40%، مع ست شبكات على الأقل لديها خسائر تزيد عن 20%. وبالنسبة للشبكات في الحد الأعلى لذلك النطاق، فإن ذلك يعني أنه لكل 100 ك وات في الساعة من الكهرباء الداخلة إلى الشبكة لا توجد إيرادات يتم تحصيلها حتى 40 ك وات في الساعة. ولهذا تأثير ضار للغاية على الأداء المالي للمرافق الكهربائية ويحد في النهاية من قدرتها على الوفاء بالتزامات القروض الخاصة بها أو صيانة الأموال.

ملاحظة على حساب الخسائر مقابل عرضها

إجمالاً، تتكون الخسائر من عنصرين: الخسائر الفنية والخسائر غير الفنية. ومن الضروري لكل من الجهة المنظمة والمرفق التوصل إلى توافق في الآراء بشأن ما يتم إدراجه في كلا العنصرين.

وحيث يمكن حساب الخسائر الفنية مباشرة، عادة ما يتم استنتاج الخسائر غير الفنية من خلال حساب الرصيد المتبقي بين خسائر الشبكة والخسائر الفنية.

وبالرغم من أن الخسائر الفنية يتم بشكل أساسي من خلال استخدام طريقتين (القياس أو الحساب التحليلي)، يمكن عرضها بطرق مختلفة. ويمكن أيضًا عرض الخسائر غير الفنية بطرق مختلفة. ويمكن أن يكون هذا مصدرًا كبيرًا للارتباك ويمكن بالتالي أن يجعل من الصعب استخلاص نتائج هامة عند تحليل أداء خسائر شبكة بعينها.

2.1 الخسائر لا يمكن مقارنتها دائمًا فيما بين الدول

بالرغم من عدم وجود معيار موحد لأداء الخسائر، تشير مجموعة البنك الدولي إلى أن المرفق يؤدي أداء جيدًا إذا كانت لديه خسائر مادية تبلغ 10% أو أقل.

حتى وإن تم حسابها وعرضها بنفس الطريقة، لا تسمح الخسائر الفنية بمقارنة مباشرة بين الدول (على سبيل المثال، لا يمكن القول بيقين بأن الدولة (س) التي لديها خسائر فنية بنسبة 5% أفضل من الدولة (ص) التي لديها خسائر فنية بنسبة 7%). وقد تختلف الخسائر الفنية لعدة أسباب، مثل: بعد المستخدمين عن المولدات وخصائص ذروة الاستهلاك وأنواع المستهلكين[2]، إلخ.

وإذا تم حساب الخسائر غير الفنية وعرضها بنفس الطريقة، فيمكن مقارنتها، طالما أنه محدد بوضوح سواء كان إجمالي الخسائر هو الفارق بين كمية الطاقة الكهربائية الداخلة إلى شبكة النقل والتوزيع (1) وكمية الطاقة الكهربائية الخارجة منها ويتم **سداد مقابلها** (2) أو إذا كان إجمال الخسائر هو الطاقة الخارجة منها ويتم **إعداد فواتير لها.**

وبغض النظر عما إذا كان يمكن إجراء مقارنات بين الدول أم لا، فإن الأهم هو ضمان منهجية ونهج متسقين لحساب الخسائر وعرضها بحيث تتمكن الجهات المنظمة والمرافق على نحو مشترك من تقييم أداء شبكة محددة بمرور الزمن واقتراح تدابير تصحيحية ضرورية.

وبالنظر إلى ما ورد أعلاه، فإن الهدف من هذه المبادئ التوجيهية هو تقديم التوجيه إلى الجهات المنظمة والمرافق بشأن الاعتبارات الأساسية في إعداد استراتيجية و/ أو برنامج لتقليل الخسائر.

1. **المبدأ التوجيهي الأول:** ضمان فهم مشترك بشأن حساب الخسائر وعرضها.

[1] Streatfeild, Jeremy. "Low Electricity Supply in SSA: Causes, Implications, and Potential Remedies." Journal of International Commerce and Economics, June 2018

[2] على سبيل المثال، في زامبيا، فإن النسبة الأكبر من مستهلكي الجهد العالي (شركات التعدين) تعد من العوامل الإيجابية في إجمالي الخسائر.

2. **المبدأ التوجيهي الثاني:** تقييم إذا ما كان تنفيذ خطة لتقليل الخسائر أمرًا مبررًا على الصعيد الاقتصادي.
3. **المبدأ التوجيهي الثالث:** وضع إطار تحفيزي ملزم وتنفيذه من أجل تقليل الخسائر وتنفيذ الرصد والتقييم المتواصلين.
4. **المبدأ التوجيهي الرابع:** وضع تدابير التخفيف

2 المبادئ التوجيهية

1.2 المبدأ التوجيهي الأول: ضمان فهم مشترك بشأن حساب الخسائر وعرضها

للشروع في تقييم خسائر شبكة، يجب أن يكون كل من الجهة المنظمة والمرفق في نفس المسار ولديهما فهم مشترك للخسائر الفنية وغير الفنية. ويحدد ما يلي الخطوات اللازمة لحساب الخسائر وعرضها.

اعتماد تعريف الخسائر الفنية وغير الفنية

- خسائر الشبكة هي المبلغ الإجمالي للفارق بين الكهرباء التي يتم ضخها في الشبكة والتي يقوم المستخدمون النهائيون بسداد مقابلها. وتشمل خسائر الشبكة الخسائر الفنية وغير الفنية.
- وتحدث الخسائر الفنية بشكل طبيعي وتكون ناتجة عن الطاقة التي تبددها معدات الشبكة كخطوط النقل والمحولات وخطوط التحويل الفرعي وخطوط التوزيع والتوصيلات وشبكات القياس والمعدات الأخرى التي تحمل الطاقة إلى العملاء ومنهم.
- وتشير الخسائر غير الفنية إلى الطاقة المفقودة التي لا تتصل مباشرة بنقل الكهرباء وتقع بمعزل عن الخصائص الفنية المادية للشبكة. ولذلك، تنشأ الخسائر غير الفنية عن إجراءات خارج شبكة الطاقة وتشمل (1) سرقة الكهرباء. (2) عدم السداد من جانب العملاء. (3) الأخطاء في الحسابات ومسك السجلات. ولذلك يمكن الإشارة إلى هذه الفئات الثلاث للخسائر على التوالي كخسائر تجارية، وخسائر عدم سداد، وخسائر إدارية.

اعتماد طريقة حساب الخسائر

- يمكن أن يكون حساب الحجم الإجمالي لخسائر الشبكة ممارسة غير معقدة بشكل معقول نظرًا لأن المرافق ينبغي أن تتمكن بسهولة من تحديد إجمالي كمية الطاقة التي تضخها في الشبكة والمبلغ الذي تسدده مقابلها بعد ذلك. ويمكن حساب الخسائر الفنية أيضًا، على النحو المفصل في الأقسام التالية بدرجة مقبولة من الدقة. ومع ذلك، فإن الخسائر غير الفنية لا يمكن حسابها مباشرة أو تقديرها بدقة. ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى طبيعة عواملها المساهمة (أي الاحتيال والسرقة والأخطاء المحاسبية، إلخ). ويتم بدلاً من ذلك استنتاج الخسائر غير الفنية عادة من خلال حساب الرصيد المتبقي بين إجمالي خسائر الشبكة والخسائر الفنية.
- ومن الضروري أن يكون التمييز لدى الجهة المنظمة والمرفق بين الخسائر الفنية والخسائر غير الفنية مفهومًا بوضوح. وإجمالاً، يمكن توزيع خسائر الشبكة في كلا الفئتين (الخسائر الفنية والخسائر غير الفنية) بناء على منهجية محددة سلفًا ومتفق عليها.
- وفور وضع منهجية مشتركة لحساب الخسائر، ينبغي أن تقوم المرافق الكهربائية بتوظيف المنهجية المتفق عليها حتى يحين الوقت الذي يحدد فيه كل من المرفق والجهة المنظمة بشكل مشترك منهجية محسنة ويتفقا عليها.

أ. تحديد نهج لحساب الخسائر غير الفنية

- يمكن للخسائر الفنية أن يتم إما (1) قياسها (باستخدام عدادات) أو (2) حسابها (حسابًا تحليلاً) باتباع طرق محددة.
- يتطلب قياس الخسائر الفنية تركيب عدادات مكلفة في نقاط عديدة من الشبكة ومقارنة بيانات الطاقة خلال فترة زمنية محددة.
- يتطلب القياس التحليلي استخدام برمجيات نمذجة متخصصة من أجل تحديد تدفقات الطاقة في المعدات والخسائر المرتبطة بها. ويتم حساب الخسائر باستخدام طوبولوجيا الشبكة، والخصائص الفنية لمكوناتها، وخصائص الطلب عليها. وعلى الرغم من أن قياس الخسائر الفنية يتجه إلى أن يكون أكثر دقة من حسابها بشكل عام، فإن التكاليف المرتبطة بالقياس تفوق الفوائد المرتبطة بوجود مجموعة بيانات أكثر دقة حول الخسائر الفنية. ونتيجة لذلك، فإن الحساب التحليلي للخسائر الفنية يُستخدم على نطاق واسع.
- تشمل بعض حزم البرمجيات المتاحة تجاريًا المستخدمة لتحديد تدفقات الطاقة (وحساب الخسائر الفنية) في شبكة النقل: PSS/E، و(DIgSILENT (Power Factory ، وCYM ، وPSCAD ، وPSLF ، و MiPower. وتشمل حزم البرمجيات المستخدمة المستخدمة في شبكات التوزيع CYMdist، وSynerGee ، وEtap ، وNEPLAN ، وSimaris ، وSimaris ، وOpenDSS

- عند حساب الخسائر الفنية، تعتمد دقة الحسابات على دقة البيانات المتاحة (لاسيما بيانات الأحمال/ التوليد)، فكلما زادت دقة البيانات المتاحة (أي لكل ساعة مقابل كل شهر)، كلما زادت دقة الحسابات. وتتطلب زيادة الدقة زيادة محاكاة تدفق الطاقة، والتي تتطلب بدورها أن يستهلك المرفق كمًا أكبر من الموارد.

- في الحالات التي لا تكون فيها بيانات الأحمال/ التوليد متاحة بسهولة، يمكن نشر أساليب أخذ العينات لتقدير الخسائر لكل فئة خسائر، مع تحديد حجم العينة من خلال حجم الشبكة (أي أن الشبكة الأكبر تتطلب كمًا أكبر من بيانات العينة). وبالنسبة لمعظم المغذيات، يمكن اختيار عينات ممثلة من كل فئة جهد للحصول على نتائج استقرائية معقولة. وفي العديد من الشبكات، يوجد مع ذلك مغذيات غير نمطية يتعين تقييمها فرديًا من أجل تجنب عدم الدقة.

- يمكن تنفيذ التحقق من بيانات الشبكة (الخصائص الفنية ومستويات الخسائر، إلخ) من خلال مراجعين مستقلين من أجل ضمان دقة البيانات المقدمة/ المستخدمة واقتراح تدابير تصحيحية في حالة وجود تناقضات.

- يمكن أن تحدد نتائج تحليل تدفق الطاقة خط أساس لترقيات الشبكة الحالية والمخططة. ويمكن أن يتم تنفيذ النمذجة اللاحقة إضافات و/ أو ترقيات الشبكة لإقرار إمكانية الحد من خسائر الشبكة.

- ويتأثر تحليل الخسائر بأنواع حمولة المستهلك ومستويات جهد الناقل. ويجب مراعاة أحمال التيار الثابت والمقاومة الثابتة والطاقة الثابتة ومتطلباتها في أي من عناصر الشبكة. وسوف يسفر حمل التيار الثابت عن نفس الخسائر بغض النظر عن الجهد، إلا أن الخسائر الناتجة عن أحمال المقاومة الثابتة الطاقة الثابتة ستختلف حسب الجهد.

ب. حساب الخسائر الفنية

نظرًا لأن جميع الدول في منطقة الشرق والجنوب الأفريقي والمحيط الهندي يقومون بحساب خسائرهم، فإن ما يلي هو توجيه بشأن استخدام طريقة الحساب التحليلي.

- إن النهج شائع الاستخدام في حساب الخسائر الفنية هو أولاً تحديد خسائر القدرة. ويمكن الحصول على خسائر القدرة من خلال إجراء تحليل تدفق الطاقة.[3] ويجب بالتالي تحويل خسائر القدرة هذه إلى خسائر في الطاقة.

- يحاكي تحليل تدفق الطاقة الذي يستخدم نماذج شبكة النقل/ التوزيع عادة توجه تحميل واحد في وقت محدد، مع حساب خسائر القدرة المرتبط بحالة هذه الشبكة الخاصة.

- إجمالاً، عند حساب خسائر القدرة، ينبغي محاكاة حالة ذروة الحمل الخاصة بشبكة أو مغذ لأنه خلال هذه الحالة، تحدث معظم الأحمال الزائدة والجهد المنخفض والخسائر

- لتحويل خسائر القدرة إلى خسائر طاقة، يجب ضرب خسائر القدرة في عامل خسارة (انظر إلى التعريف الوارد أدناه) وفترة زمنية محددة. يمكن أن تكون الفترة المختارة سنةً أو فصلاً أو شهرًا (أو حتى فترة أقصر)، وتقدم الفترات الأقصر نتائج أكثر دقة ولكنها تتطلب جهودًا وموارد أكبر.

- يجب تحليل الاختلافات في الحمل وتوليد الطاقة على أساس فصلي و/ أو يومي و/ أو على أساس كل ساعة لتحديد خسائر الطاقة المقابلة خلال فترات زمنية مختلفة.

- على الرغم من حدوث الخسائر الفنية طوال العام تحت جميع ظروف الأحمال، فإنها تصل إلى أعلى مستوياتها أثناء ذروة الأحمال. ولذلك، يجب أن تدرك المرافق خصائص الأحمال لمختلف مغذيات الشبكات لكي تحدد مختلف مستويات الخسائر الفنية في الشبكة.

- وعادة ما يتم حساب الخسائر الفنية لإحدى الشبكات باستخدام ذروة الأحمال المتزامنة للشبكة. ويمكن أن يكون للمغذيات الفردية داخل الشبكة ذروة طلبها في أوقات مختلفة. وفي الواقع، فإن بعض المغذيات يمكن تحميلها بشكل خفيف، لاسيما أثناء السنوات الأولى من التشغيل.

- ويمكن أن تشتمل المحاكاة الممكنة للتحميل/ توليد الطاقة على تحليل متوسط البيانات بالساعة في أفق زمني محدد (كأسبوع مثلاً). ومع ذلك، فإن مثل هذا التحليل لا يتم تنفيذه على أساس متكرر نظرًا لأن متطلبات الموارد للتحليل بالساعة يمكن أن تكون مكثفة للغاية.

- لتطوير فهم معقول للخسائر الفنية داخل شبكة محددة، ينبغي أن يتم إجراء عمليات محاكاة للتحميل/ توليد الطاقة وتحليلها على أساس يومي خلال فترة أسبوع في فترات مختلفة من السنة (لكي يتم تقدير الاختلافات الفصلية).

[3] تشير القدرة إلى الطاقة الآنية، حيث تقاس الطاقة بمرور الوقت.

- مع تطور الشبكة، يجب توجيه الاهتمام إلى تحليل الخسائر الفنية، نظرًا لأنه على سبيل المثال، قد يتم إضافة رسوم جديدة، وقد يزيد الطلب الحالي، وقد يتم إجراء تكليف بتوليد جديد للطاقة و/ أو مد خطوط جديدة، ويمكن إضافة مغذيات جديدة لاستيعاب زيادة الطلب. وسوف يؤثر كل تطوير على طبيعة الخسائر وحجمها.

- ويمكن أن يؤدي التوسع في الشبكة إلى تغيير جذري لطوبولوجيا الشبكة وخصائصها وتدفقات الطاقة (التي تتبع المسار الأقل المقاومة) كليًا، مما يغير مسار التدفقات الأصلي.

- من الضروري مواصلة تحليل الخسائر المرتبطة بالأحمال المستقبلي ونماذج توليد الطاقة قدر الإمكان في المستقبل، لاسيما في المناطق سريعة النمو. وفي هذه المناطق، ينبغي أن تكون توقعات الخسائر لمدة لا تقل عن خمس إلى عشر سنوات أو قد تكون الحلول المقترحة في بعض الحالات لمدة قصيرة فقط.

عامل الخسارة (يستخدم لتحويل خسائر القدرة إلى خسائر في الطاقة)

- تساعد العوامل التي تمثل العلاقة بين ذروة الخسائر ومتوسط الخسائر في تحديد الخسائر الفنية. ويتشابه عامل الخسارة مع عامل الأحمال في أن كليهما يصف العلاقة بين حالتي متوسط الخسائر وذروتها.

- يتم حساب عامل الأحمال من خلال قسمة الطاقة أثناء فترة معينة على ذروة الأحمال في تلك الفترة مضروبة في مدة الفترة المحددة.

$$LF = \frac{MWh}{MWp} \times (1/T) \qquad \text{المعادلة 1}$$

حيث أن
LF = عامل الأحمال
MWh = الطاقة خلال الفترة T
MWp= ذروة الطلب خلال الفترة T
T = مدة الفترة

- نظرًا لزيادة الموارد المرتبطة مباشرة بحساب خسائر الطاقة، يُستخدم عامل الخسارة للمساعدة على حساب خسائر الطاقة خلال مدة زمنية بناء على ذروة خسائر الأحمال خلال تلك المدة.

- يمكن حساب عامل الخسارة باستخدام البيانات المتاحة على نحو شائع. ويمكن حساب عوامل الخسارة إجمالاً للشبكة بالكامل، ولكن يمكن حسابها للأنواع المختلفة من المعدات وفئات الجهد في حالة توفر البيانات. على سبيل المثال، يمكن أن يكون لمحول التوزيع عامل خسارة مختلف عن الموصلات الأولية والثانوية نظرًا للاختلافات في خصائص الخسارة.

- توجد طرق قليلة لتحديد عامل الخسارة، إلا أن الطريقة البسيطة الشائع استخدامها توظف عامل الأحمال على النحو الوارد في المعادلة 2.

$$LSF = (LF^2 \times K) + (LF \times [1 - K]) \qquad \text{المعادلة 2}$$

حيث أن
LSF= عامل الخسارة
LF = عامل الأحمال
K = ثابت يتراوح ما بين 0.9 إلى 0.7

- إذا كانت ذروة الأحمال ثابتة، فإن K يكون 1. ويختلف K بين 0.8 أو 0.85 بناء على خصائص ذروة الطلب ومدتها. ويقيس K المدة النسبية لطلب القدرة الفعلي إلى ذروة الطلب.

- بالرغم من أن المؤلفات الخاصة بالخسائر تقدم طرقًا مختلفة لتنفيذ التحويل، ينبغي توخي الحذر عند اختيار معامل K الخاص. يمكن أن يؤدي استخدام معامل غير كاف إلى تقدير غير دقيق (سواء بالزيادة أو النقصان) للخسائر الفنية للطاقة.

- يتم بعد ذلك تحديد خسائر الطاقة من خلال ضرب ذروة الخسائر في عامل الخسارة وفي مدة الفترة على النحو الوارد في المعادلة 3.

المعادلة 3 $\text{Energy loss} = MWpl \times LSF \times T$

حيث أن:

MWpl= ذروة الخسارة بالميجا وات أثناء الفترة T

LSF= عامل الخسارة

T = مدة الفترة

ج. معالجة خسائر توليد الطاقة الموزع ونقل الطاقة الكهربائية

- يتمتع توليد الطاقة الموزع بالعديد من الفوائد، ويشمل ذلك وجود إمكانية كبيرة لتقليل الخسارة. ومع ذلك، توجد بعض الحالات التي قد تؤدي إلى خسائر إضافية للشبكة، لاسيما عند التواجد في مغذيات خفيفة التحميل.
- لمعالجة الخسائر المرتبطة بمشاريع توليد الطاقة الموزع الفردية، يجب تنفيذ دراسات "بدون" مشروع توليد الطاقة الموزع و "مع" المشروع من أجل تحديد مدى الانخفاض أو الزيادة في خسائر القدرة. وينبغي تنفيذ هذا التحليل في العديد من ظروف توليد الطاقة والتحميل من أجل تقدير الاختلافات في نماذج التحميل وتوليد الطاقة.
- ينبغي بعد ذلك تحويل الانخفاضات/ الزيادات في خسائر القدرة إلى قيم طاقة وتقييمها بعد ذلك على النحو الوارد في المبدأ التوجيهي الثاني. وينبغي توخي الحذر مع مصادر الطاقة المتجددة المتغيرة نظرًا لأن ذروة مخرجاتها قد لا تتزامن مع ذروة الشبكة. وقد يتطلب هذا تنفيذ العديد من الدراسات مع الأنماط المختلفة لتوليد الكهرباء للمصدر والطلب المقابل على الشبكة.
- يمكن أن يصبح حساب الخسائر المتزايدة في حالات نقل الطاقة من شبكة إلى أخرى محل خلاف ويتعين تحديد منهجية متفق عليها من جميع الأطراف (أي من ينبغي عليه سداد مقابل الخسائر – الطرف المرسل للطاقة أم الطرف المستقبل لها؟).
- إن المنهجية الأكثر استخدامًا هي تنفيذ الدراسات "بدون" نقل الطاقة و"مع" " من أجل تحديد التغيير في خسائر القدرة (يمكن أن تؤدي طوبولوجيا الشبكة، ولاسيما موقع الطلب وتوليد الكهرباء إلى تقليل للخسائر). ويتم بعد ذلك تحويل خسائر القدرة إلى خسائر في الطاقة باستخدام عامل الخسارة. ويتعين بعد ذلك أن يضع عامل الخسارة في الاعتبار "الطلب" المضاف إلى الشبكة من خلال "إضافة" نقل الطاقة. وينبغي دراسة العديد من ظروف الأحمال/ توليد الكهرباء الخاصة بالشبكة، نظرًا لأن مواعيد نقل الطاقة قد تختلف طوال اليوم والأسبوع والفصول، إلخ.

د. عرض الخسائر

ينبغي عرض الخسائر الفنية بطريقة يسهل فهمها من جانب جميع أصحاب المصلحة المعنيين في القطاع. وكحد أدنى، ينبغي عرض ما يلي:

- إجمالي قدرة الشبكة (ميجا وات) والطاقة (ميجا وات/ ساعة) المطلوبة (أي حمل الشبكة) خلال فترة محددة.
- الخسائر كنسبة مئوية من ذروة الطلب والطاقة السنوية المطلوبة من جانب الشبكة.
- تقسيم الخسائر بين النقل والتوزيع.
- النسبة المئوية للخسائر لكل كيلومتر لمختلف مستويات جهد التوزيع بالإضافة إلى مختلف مستويات جهد النقل.
- قائمة المناطق والمغذيات الفردية التي لديها خسائر مرتفعة.

ومن الجدير بالذكر أن:

- حزم البرمجيات المتاحة تجاريًا التي تحاكي تدفقات كل من مكونات الشبكة للمساعدة على تحديد المدخلات والمخرجات المعنية لحساب الخسائر الفنية. وتدعم حزم البرمجيات هذه إجمالاً حساب الخسائر المتغيرة.
- الخسائر الثابتة و/ أو خدمات الشبكة ربما يتعين حسابها خارجيًا ثم إضافتها إلى الخسائر المتغيرة. ويمكن أن يتطلب هذا مبدئيًا بعض الجهد، ولكن بمجرد حدوث ذلك، يمكن تطبيقه على التحليل بالكامل بلا مزيد من الجهود.

2.2 المبدأ التوجيهي الثاني: تقييم إذا ما كان تنفيذ خطة لتقليل الخسائر أمرًا مبررًا على الصعيد الاقتصادي

في حالة عدم الاهتمام بالخسائر الفنية، لاسيما إذا كانت مرتفعة، (أكبر من 10% على سبيل المثال)، سترتفع هذه الخسائر بسرعة كبيرة بمرور الزمن مع زيادة متطلبات الطلب. ويمكن أن يكون توجه عدم التصرف مكلفًا للمرافق والمستهلكين نظرًا لأن تعويض الخسائر الفنية قد يتطلب قدرة توليد إضافية يتم إنشاؤها و/ أو إنتاج الطاقة من وحدات التوليد الأغلى ثمنًا (أي وحدات الذروة).

من الواضح تمامًا وجود نقطة (من كلا المنظورين الفني والاقتصادي) يجب فيها إدارة الخسائر. وتختلف هذه النقطة لكل شبكة وتعتمد على خصائص الشبكة، و/ أو مصادرها لتوليد الطاقة، و/ أو التكاليف الحدية لتشغيل الوحدات، و/ أو التكاليف الإضافية لإنشاء قدرة التوليد الإضافية وتشغيلها.

وإذا كانت مستويات الخسارة تبدو مرتفعة، ينبغي النظر في واحدة أو أكثر من خطط تقليل الخسائر التي من شأنها تحسين القيم الأساسية. وينبغي وضع الخطط وتحليلها لمعرفة جدواها الفنية والمبلغ المقدر لتقليل الخسائر قبل حساب تكاليفها وإخضاعها للتقييم الاقتصادي/ المالي.

ويعالج المبدأ التوجيهي الثاني بشكل أساسي الخسائر الفنية، نظرًا لأن الحد من الخسائر الفنية عادة ما يتطلب نفقات رأسمالية كبيرة.

تتطلب مختلف المسائل اهتمامًا في بداية وضع واحدة أو أكثر من خطط تقليل الخسائر المحتملة:

- ينبغي أن تسترشد الخطط بالدراسات التي تحدد الخسائر الفنية والخسائر غير الفنية.
- ينبغي أن تشجع الخطط مشاركة أصحاب المصلحة في المبادرات المقترحة، وينبغي تحديثها سنويًا بشكل نموذجي بناء على الأداء في السنة السابقة.
- ينبغي أن تضع الخطط في الاعتبار مختلف البدائل من أجل الحد من الخسائر وينبغي أن تركز الجهود الأولى على المغذيات التي بها معظم الخسائر، وسوف تؤدي بدائل الحد من الخسائر العامة، إلى جانب التدابير الخاصة بالمغذيات إلى توجهات مختلفة.
- ويمكن أن تشمل الخطط تدابير مثل تحسين عامل الطاقة وإضافة المحولات وإضافة المغذيات وإعادة توصيل المغذيات والعديد من التدابير الأخرى المعروفة (للمزيد من التفاصيل، يرجى الرجوع إلى الملحق (أ)).
- ينبغي تزويد الموظفين المعنيين في أحد المرافق بالأدوات والتدريب المطلوبين لتنفيذ الخطة. ومن الضروري توفر الأدوات التحليلية المناسبة والقدرة على استخدامها. وإذا أمكن، ينبغي إرسال الموظفين الذين ينفذون تحليل شبكة الطاقة إلى الورش التدريبية التي تركز على تحليل شبكة التوزيع.

وبعد وضع واحدة أو أكثر من خطط تقليل الخسائر وتقييم جدواها الفنية، يجب إجراء تقييم (تقييمات) اقتصادية/ مالية، مع الوضع في الاعتبار ما يلي:

- فورا اعتبارها مجدية فنيًا، يجب أن يتم تحديد تكاليف كل خطة وتحليلها للتأكد من قيمتها الخاصة بتقليل الخسائر المحتملة فيما يتعلق بالقدرة والطاقة – ويتحدد ذلك من خلال مقارنة الخسائر "بدون" خطة تقليل الخسائر، بالخسائر "مع" خطة تقليل الخسائر. وينبغي تنفيذ هذا التحليل لمدة لا تقل عن خمس إلى عشر سنوات (المزيد من التفاصيل ترد أدناه)، مع الوضع في الاعتبار زيادة الطلب خلال فترة الدراسة.[4] وينبغي أن يتبع التحليل النهج الوارد في القسم الفرعي بشأن **"حساب الخسائر الفنية"** الوارد أعلاه.
- لتقييم كل خطة من منظور اقتصادي/ مالي، يجب مقارنة تكاليف الخسائر[5] (أي التكاليف الحدية لتشغيل الوحدات و/ أو التكاليف الإضافية لإنشاء قدرة تشغيل إضافية وتشغيلها) مقابل التكاليف المرتبطة بتنفيذ خطة تقليل الخسائر المقترحة (ويشمل ذلك تكاليف الموظفين و/ أو المعدات و/ أو تعديلات الشبكة المقصود منها تقليل الخسائر). وينبغي القيام بذلك باستخدام تحليل لجدوى التكاليف.
- ومن الحتمي اختيار أفق زمني ملائم عند إجراء تحليل جدوى التكاليف. إذا كان الأفق الزمني قصيرًا جدًا، فقد يخفق التقييم في التقدير المناسب للجدوى في السنوات الأخيرة (أي الخسائر التي تم تجنبها)، ولاسيما إذا كان الطلب يتوقع أن

[4] ينبغي أن تسترشد الآفاق الزمنية للتقييم الاقتصادي/ المالي لخطط تقليل الخسائر بطول عمر آثارها المعنية وكذلك العمر الاقتصادي للخطة المقترحة.
[5] بموجب التقييم الاقتصادي/ المالي لخطة تقليل الخسائر، يتم الإشارة إلى بوصفه التكاليف الإجمالية التي تم تجنبها/ تكاليف الشبكة التي تم تجنبها، ويعد ذلك هو "الجدوى" الرئيسية في تحليل جدوى التكلفة.

يزيد بمرور الوقت.[6] ولذلك، عادة ما يتم اختيار الأفق الزمني (أو فترة الدراسة) لتقييم اقتصادي للحصول على جميع فوائد التكاليف والتدخل.[7]

- كجزء من التقييم العام، فإن توقعات نمو الطلب مطلوبة لتحديد وفهم الخسائر التي يتم تجنبها خلال الأفق الزمني للدراسة. وعادة ما تكون توقعات الطلب متاحة لمعظم المرافق نظرًا لأنها مطلوبة لتخطيط الموارد.
- وبعد تحديد الخسائر التي يتم تجنبها، فإن الخطوة التالية هي تقدير تكاليف الشبكة التي يتم تجنبها نتيجة لتنفيذ خطة تقليل الخسائر. ويتم ذلك من خلال تحديد القدرة (ميجا وات) وخسائر الطاقة (جيجا وات/ ساعة) التي يتم تجنبها نتيجة للتنفيذ المحتمل للخطة (أي طرح الخسائر "مع" الخطة من الخسائر "بدون" الخطة). ويتم تنفيذ ذلك على النحو التالي:

1. تحديد قيمة خسائر القدرة التي يتم تجنبها خلال فترة الدراسة. وتوجد طرق عدة لتحديد هذا (يمكن الوضع في الاعتبار قيمة التأخيرات في استثمار توليد الطاقة/ نقلها/ توزيعها)، ولكن الطريقة المعتادة أو الأبسط هي أخذ القدرة "المحفوظة" وتقييمها من حيث رأس المال وتكلفة التشغيل والصيانة الثابتة لوحدة الذروة.
2. تحديد قيمة خسائر الطاقة التي يتم تجنبها خلال فترة الدراسة. مرة أخرى، توجد طرق عديدة لتقييم هذا، وأبسط نهج هو استخدام التكلفة الحدية لتوليد الطاقة بالشبكة إما بالمتوسط أو تطبيق قيم محددة لمختلف الفترات الزمنية (الذروة والمعتادة وخارج الذروة).
3. ويمكن لتقليل الخسائر أن يؤدي أيضًا إلى منافع اجتماعية أكبر، ويشمل ذلك قيمة انبعاثات الكربون المرتبطة بالطاقة التي يتم تجنبها (وينبغي استبعاد ذلك في التقييم المالي وإدراجه في التقييم الاقتصادي).

- وأحد الافتراضات الرئيسية التي يجب مراعاتها عند إجراء تحليل جدوى التكاليف هو خيار نسبة الخصم الموظفة. ويُستخدم معدل الخصم من أجل "خصم" قيم العملة المستقبلية أو تحويلها إلى قيم اليوم الحالي كجزء من حساب صافي القيمة الحالية لصافي فوائد الشبكة كفارق بين التكاليف المحددة التي يتم تجنبها لخطة تقليل الخسائر (الفوائد) وتكاليف تنفيذ خطة تقليل الخسائر.
- ينبغي تنفيذ خطة تقليل الخسائر بصافي قيمة حالية إيجابي. وإذا تمت مقارنة أكثر من خطة، ينبغي اختيار الخطة التي لها صافي قيمة حالي إيجابي (وأعلى). وإذا كان للخطة صافي قيمة حالي سلبي، لا ينبغي مواصلة الخطة.
- بالإضافة إلى استخدام صافي القيمة الحالي، يمكن أن تساعد فترة الاسترداد المخصومة على تحديد طول الزمن المطلوب لاسترداد التكلفة الأولية المرتبطة بخطة تقليل الخسائر.
- ومن أجل فهم أفضل لقوة خطة لتقليل خسائر الشبكة، يجب إجراء تحليلات حساسية على أساس متكرر لفهم كيف يمكن (أو لا يمكن) أن تتغير صورة جدوى التكاليف نتيجة للاختلافات في الافتراضات الرئيسية. وعادة، ينبغي أن يتم إخضاع المتغيرات الرئيسية لتغيرات تتراوح بين ± 15% إلى 30%.
- بالنسبة لخسائر خط التوزيع، يمكن أن تشمل المتغيرات الرئيسية لتغيير الحساسية توقع الطلب (مرتفع ومنخفض) واختلاف سعر الطاقة والقدرة (± 15 – 30%) وتغيرات التكلفة الرأسمالية (محطات توليد الطاقة الإضافية المطلوبة لتعويض تقليل الخسائر)، وخيار معدل الخصم المختار.
- أخيرًا، يجب النظر فقط في الخطط التي تفي بجميع المعايير الفنية واختيار الخطة التي تتمتع بأعلى صافي قيمة حالية لصافي فوائد الشبكة.

3.2 المبدأ التوجيهي الثالث: وضع إطار تحفيزي ملزم وتنفيذه من أجل تقليل الخسائر وتنفيذ الرصد والتقييم المتواصلين

وضع إطار تحفيزي ملزم وتنفيذه من أجل تقليل الخسائر

إن إحدى مسؤوليات أي جهة منظمة هي ضمان عمل المرافق الكهربائية بكفاءة وموثوقية الخدمات وتقديمها على النحو الممكن عمليًا بأقل تكلفة ممكنة. وبالتالي، يجب وضع آليات لإلزام المرافق وتحفيزها من أجل إدارة الخسائر في شبكات النقل والتوزيع الخاصة بها بحيث تكون هذه الخسائر ضمن الحدود التي تعتبر "مقبولة".[8]

وربما تكون هذ الآليات أكثر أهمية في الدول التي توجد فيها منافسة قليلة أو لا توجد فيها منافسة في الصناعة (أي أن مقدم الخدمة الوطني لا يخضع لضغط تنافسي للحفاظ على الخدمة أو تحسين جودتها).

---

6 يكون ذلك ملحوظًا بشكل خاص إذا كان تعويض الخسائر الفنية في السنوات الأخيرة يتطلب إنشاء قدرة توليد طاقة إضافية.

7 بوجه عام، لا ينبغي أن يمتد الأفق الزمني للتقييم إلى ما بعد العمر الاقتصادي للتدخل (أي خطة/ برنامج تقليل الخسارة).

8 كما هو موضح في مكان آخر في هذه المبادئ التوجيهية، فإن مستوى الخسائر الذي يعتبر مقبولاً يختلف حسب شبكة الطاقة وينبغي أن يسترشد بدراسة أساسية لخسائر الطاقة.

ينبغي أن يبدأ إطار تحفيزي ملزم/ تبدأ آلية تحفيزية ملزمة لتقليل الخسائر من خلال إنشاء:

- المستوى الحالي لخسائر الشبكة في كل دولة (الخسائر الفنية وغير الفنية) الذي يمكن منه وضع خط أساس ويمكن مقابله تقييم خسائر السنوات التالية.
- هدف الأداء العام لفترة رقابة تنظيمية محددة، مع أهداف سنوية للخسائر الفنية والخسائر غير الفنية حسب الاقتضاء.
- عملية تقييم الأداء والعقوبات أو المكافئات المحددة سلفًا (كنسبة من المكاسب الناتجة عن عمليات توفير الطاقة المسموح للمرفق الاحتفاظ بها إذا كانت الخسائر أقل من الهدف المحدد).
- المتطلبات الأولية الفنية، مثل إنشاء معدات ملائمة للقياس/ الرصد في المواقع الاستراتيجية للشبكة في بداية فترة المراقبة (للمزيد يرجى الرجوع إلى تدابير موازنة الطاقة لتقليل الخسائر غير الفنية).
- جدول رصد يحدد الجداول الزمنية المحددة لما يلي: (1) تقييم أداء المرفق ومستوى امتثاله للأهداف: (2) التعديلات الممكنة لإطار/ آلية التحفيز. وينبغي تصميم هذا الجدول خصيصًا لكل دولة من أجل تحديد أهداف تناسب خصائص قطاعات الكهرباء لديها.

تنفيذ الرصد والتقييم المتواصلين

يتطلب الحفاظ على الخسائر عند مستويات مقبولة اهتمامًا ومجهودًا من جانب المرفق والجهة المنظمة له. ولذلك، ينبغي تنفيذ رصد الخسائر على أساس منتظم، مع ضمان عدم وجود انحرافات مادية عن تلك المستويات المفترضة في الدراسات التي اقترحت تدابير التخفيف. وإذا لم تؤد تدابير التخفيف على النحو المتوقع والملائم، ينبغي اتخاذ الإجراءات الملائمة وإعادة تقييم أثر تدابير التخفيف. وينبغي تكرار هذه العملية باستمرار حتى يتوافق أداء تدابير التخفيف مع التوقعات.

ويوصى بأن يكون لدى كل مرفق مجموعة فنية اقتصادية مسؤولة عن وضع خطط تقليل الخسائر ومتابعة أدائها وتقييمها. وينبغي أيضًا ان تتولى هذه المجموعة مسؤولية توفير المدخلات في وضع الخطط الرئيسية، مما يضمن وضع الخسائر في الاعتبار في بداية عملية التخطيط.

والجدير بالذكر أن الخطط المقترحة لتقليل الخسائر يمكن أيضًا أن تصبح قديمة في غضون سنوات قليلة نتيجة لما يلي:

- التغيرات غير المتوقعة في توقع الطلب العام؛
- التغيرات غير المتوقعة في الطلب على مستوى المغذي الفردي؛
- التغيرات غير المتوقعة في طوبولوجيا الشبكة؛
- التغيرات غير المتوقعة في المعايير التشغيلية؛
- التغيرات غير المتوقعة في تكاليف المعدات المطلوبة لتقليل الخسائر؛
- rالإضافات في قدرة توليد الكهرباء في المواقع غير المتوقعة؛ و/ أو
- التغيرات في مزيج قدرة توليد الطاقة.

وكما هو وارد أعلاه، ينبغي تزويد مرافق الكهرباء التي تفي بأهداف تقليل الخسائر الخاصة بها و/ أو تتجاوزها بحوافز مالية تشكل إجمالاً جزءًا من مؤشرات الأداء الرئيسية العامة للشركة. ويمكن أن يكون هذا الحافز جزءًا محددًا سلفًا لعمليات التوفير الناتجة عن تنفيذ خطة تقليل الخسائر.

وفي مقابل ذلك، إذا لم يتحقق المستوى الأدنى المحدد سلفًا لتقليل الخسائر، فلا ينبغي السماح لمرفق الكهرباء بتحمل جميع التكاليف "الإضافية" التي يتعين عليه تحملها للوفاء بالمستوى الفعلي للخسائر.

4.2 المبدأ التوجيهي الرابع: وضع تدابير/ استراتيجيات التخفيف

تدابير/ استراتيجيات التخفيف المقترحة لتقليل الخسائر الفنية

ماهي التدابير التي ينبغي منحها الأولوية؟

تشمل بعض التدابير الأكثر فاعلية لتقليل الخسائر الفنية ما يلي:

- تصحيح عامل الطاقة. في معظم دوائر التوزيع متوسطة الجهد ومنخفضة الجهد، يتجه عامل الطاقة إلى الانخفاض نظرًا لأنواع الأحمال التي يتم تقديمها. وهذا الإجراء هو واحد من الإجراءات الفعالة على صعيد التكلفة ويمكن تحقيقه من خلال:
  - تركيب مكثفات تحويل ويمكن توصيلها إما على الجانب الثانوي لمحولات الطاقة أو في نقاط عديدة من خط التوزيع.

- التصنيف الأمثل لبنوك المكثفات لمغذي التوزيع هو 50% إلى 66% من مطلب متوسط كيلو فولت أمبير تفاعلي من مغذي التوزيع ذلك.
- ينبغي تركيب مكثفات التحويل عند ثلثي طول مغذي الموزع الرئيسي من المحول. ويمكن أيضًا توصيلها عبر منافذ المستهلكين الذين لديهم أحمال حثية.

- زيادة قدرة التحويل. لدى المحولات كل من "لا أحمال" و"خسائر أحمال". وتقوم بعض المرافق بتحميل محولات التوزيع الخاصة بها إلى القدرة أو أعلى من القدرة، مما يزيد بالتالي من الخسائر بشكل كبير. ومع مراعاة متطلبات التحويل، ينبغي على المرافق:
  - مراعاة التكلفة الإجمالية للتملك (الاستثمار بالإضافة إلى التشغيل والصيانة بالإضافة إلى تكلفة/ قيمة الخسائر) ونظرًا لقيمة خسائر القدرة والطاقة، فإن تقليل الخسائر يعوض تكلفة الاستثمار لقدرة التحويل الإضافية.
  - توحيد أحجام المحولات هو أيضًا أمر هام لتقليل متطلبات قطع الغيار.
- إعادة التوصيل. نظرًا لأن الطلب يزيد واستمرار المغذي في التمدد بمرور الزمن قد يصبح حجم الموصل المثبت أصلاً غير كاف، ، وبالتالي يكون مصدرًا لخسائر كبيرة وتدهور في أداء المغذي. وتتضمن الحلول المحتملة:
  - استبدال قسم واحد أكبر بالموصلات، وإنشاء خط إضافي أو زيادة جهد تشغيل المغذي (ويتطلب هذا استبدال المحولات الموجودة (جهد متوسط MV/ جهد منخفض LV)
  - يمكن أن تقلل فوائد تقليل الخسائر وفوائد تحسين الأداء في معظم الحالات إلى التعويض عن تكاليف الاستثمار.
  - عند تحديد حجم الموصل، ينبغي مراعاة النمو المستقبلي المحتمل (الطلب والمسافة).
- تغيير خصائص الخطوط. عادة ما تغطي خطوط توزيع الجهد المتوسط والمنخفض في المناطق الريفية مسافات طويلة جدًا من أجل تغذية الأحمال، وبالتالي، يمكن مواجهة خسائر كبيرة. ويمكن تقليل الخسائر من خلال:
  - زيادة مستوى جهد المغذي أو زيادة حجم الموصل أو إنشاء محاور توزيع جديدة أو إضافة دوائر جديدة. ويمكن أن تكون هذه التدابير كثيفة رأس المال ويتطلب الأمر دراسات اقتصادية لتحديد أفضل الحلول.

خطط تقليل الخسائر هي تلك الخطط التي يحتمل أن تحتاج إلى دمج أكثر من إجراء لتقليل الخسائر. ويوضح الجدول الوارد أدناه التدابير الأساسية لتخفيف الخسائر الفنية. ويرد المزيد من التفاصيل بشأن هذه التدابير في الملحق (أ).

1.2: تدابير تخفيف الخسائر الفنية والجهة المسؤولة

التدابير	جهة الإدارة
1. تركيب مكثفات تصحيح عامل الطاقة	مشغل شبكة التوزيع
2. زيادة قدرة/ عدد المحولات	مشغل شبكة التوزيع
3. خطوط إعادة التوصيل	مشغل شبكة التوزيع
4. نقل المحولات	مشغل شبكة التوزيع
5. تحسين الوصلات والتوصيلات	مشغل شبكة التوزيع
6. زيادة مستوى الجهد	مشغل شبكة التوزيع
7. تركيب مغذيات إضافية	مشغل شبكة التوزيع
8. موازنة التيارات ذات الأطوار	مشغل شبكة التوزيع
9. إنشاء محور توزيع جديد	مشغل شبكة التوزيع
10. إغلاق المحولات	مشغل شبكة التوزيع
11. تقليل ظروف التشغيل غير العادية	مشغل شبكة التوزيع

تدابير/ استراتيجيات التخفيف المقترحة للخسائر غير الفنية

ماهي التدابير التي ينبغي منحها الأولوية؟

من وجهة نظر تشغيلية، ينبغي منح الأولوية لتقليل الخسائر غير الفنية (ويشمل ذلك تحسين المجموعات) على المدى القصير والمتوسط. وفي حين يمكن أن يكون تقليل الخسائر الفنية أكثر صعوبة وأعلى تكلفة على المدى القصير بمجرد تحديدها، يمكن التعامل الفوري مع الخسائر غير الفنية كمبادرة تجارية ذات أولوية. وسوف يتطلب ذلك مبادرات مركزة واستثمارات في قياس الجودة ومخصصات تجارية ملائمة وإدارة للبيانات، وكذلك نهجًا أكثر منهجية من أجل تحديد سرقة الطاقة والقضاء عليها.

ويوضح الجدول الوارد أدناه سلسلة من تدابير التخفيف لتحقيق تقليل كبير في الخسائر غير الفنية، بالإضافة إلى تحسين الأداء. وهذه التدابير في معظمها تدابير شاملة وتعالج العديد من المشكلات المذكورة في ورقة عمل سابقة بشأن الشبكة (تعزيز سوق إقليمية مستدامة للطاقة ESREM، 2021). وبناء على حالة كل دولة، ينبغي أن تختار الجهات صاحبة المصلحة (وزارة الطاقة، الجهة التنظيمية، المرفق) التدابير التي تبدو أكثر ملاءمة بالنظر إلى المشكلات التي تواجهها.

وفي المجمل، تم عرض خمس عشرة إجراء للتخفيف مقسمة إلى خمس فئات. وتتوافق الفئات مع الأهداف الرئيسية التي يتعين استهدافها. ويتم تفصيل كل إجراء تخفيف في الملحق (ب). كما يشير الجدول التالي إلى المؤسسات التي (الجهة المنظمة أو مشغل شبكة التوزيع) التي ينبغي أن تتولى الإدارة في تنفيذها. وينبغي مراعاة هذه الإجراءات جميعها على المديين القصير والمتوسط، إلا أنه بناء على السياق، يمكن منح أولوية أكبر إلى بعض التدابير أكثر من غيرها.

الجدول 2-2: تدابير تخفيف الخسائر غير الفنية والجهة المسؤولة

الأهداف	التدابير	جهة الإدارة
تعزيز المساءلة في الطاقة	1. وضع مواصفات العدادات وإعلان سياسات القياس	الجهة المنظمة
	2. تنفيذ العدادات الذكية ووضع خطة مرحلية لاستبدال العدادات	مشغل شبكة التوزيع
	3. تنفيذ ممارسة وضع خريطة المستهلك – المغذي – المحول مع معلومات جغرافية من أجل تعزيز المساءلة في الطاقة والإيرادات	مشغل شبكة التوزيع
	4. إجراء مراجعات تركيب عدادات كبار المستهلكين لضمان الامتثال لمتطلبات القياس والتحقق من تفاصيل حساب المستهلك.	مشغل شبكة التوزيع
	5. موازنة الطاقة	مشغل شبكة التوزيع
	6. تعديل الإطار التنظيمي من أجل التمكن من تنظيم المستهلكين في التسويات غير الرسمية	الجهة المنظمة
حماية الإيرادات	7. اتخاذ التدابير القانونية والإدارية للحد من سرقة الكهرباء	الجهة المنظمة
	8. تنفيذ السداد المسبق	مشغل شبكة التوزيع
	9. القيام أولاً باستهداف أكبر العملاء من أجل تأمين معظم الإيرادات من خلال نشر واجهة القياس المتقدم باستخدام نهج برنامج حماية الإيرادات	مشغل شبكة التوزيع
تحسين تحصيل الإيرادات	10. الاستعانة بمصادر خارجية لإدارة دورة الإيرادات من الشركات الخاصة من أجل تحسين عمليات التحصيل	مشغل شبكة التوزيع
	11. إدخال خيارات الدفع عبر الإنترنت من أجل تحسين عملية تحصيل المدفوعات	مشغل شبكة التوزيع
	12. نشر أجهزة محمولة يدويًا لتحسين جودة قراءة العدادات وتقليل الإطار الزمني لإعداد الفواتير	مشغل شبكة التوزيع
تعزيز وسائل التخفيف الشاملة	13. تحديد مجموعة من التدابير الفنية واستراتيجية للوجود الميداني	مشغل شبكة التوزيع
تيسير قبول السكان للتغييرات المفروضة (الهندسة الاجتماعية)	14. إجراء حملة دعائية ضخمة حول مزايا العدادات الذكية والسداد المسبق وتوقع ردود الفعل السلبية بسبب فقدان الفوائد الجانبية	مشغل شبكة التوزيع
	15. الحفاظ على خدمة بسيطة ومحلية	مشغل شبكة التوزيع

أي مجموعة تدابير لأي سياق؟

إن التكنولوجيا الذكية جيدة للغاية في معالجة الخسائر غير الفنية. ومع ذلك، لكي تنجح، لابد من وجود عمليات تجارية وتمويل لدى مشغل شبكة التوزيع وتكييفها بشكل صحيح لدعم ذلك بشكل كاف. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون الظروف التنظيمية والظروف الاجتماعية والاقتصادية العامة قادرة على دعم التكنولوجيا الذكية، واستخدامها لا يغني عن اتباع التدابير التقليدية أيضًا كتعزيز العلاقات الجيدة مع العملاء والمشاركة المجتمعية المنتظمة وإنفاذ القانون وما شابه.

وبوجه عام، يتم تشجيع الاستخدام المتزامن للكثير من التدابير قدر الإمكان (مثل التدابير الفنية كتنفيذ العدادات الذكية والإجراءات القانونية كالملاحقة القضائية للجناة). ومع ذلك، وكما هو مذكور في المبدأ التوجيهي الثاني، ينبغي مقارنة تكلفة تدابير التخفيف مع تكلفة الخسائر ذاتها - إذا كانت تكلفة تنفيذ التدابير أكبر من تكلفة الخسائر البسيطة، فلا يوجد حافز لتنفيذها. ويجب مراعاة ظروف كل مشغل شبكة توزيع، لأن ذلك قد يغير معظم تدابير الخسائر غير الفنية الأكثر فاعلية من تلك الواردة هنا.

ويعتمد أثر تدابير التخفيف أيضًا على مستوى الخسائر التي وقعت قبل تنفيذ التدابير، فكلما ارتفعت الخسائر قبل التنفيذ، كلما كان أثر تدابير التخفيف محتملاً. وينبغي مراعاة ذلك أيضًا عند تقييم إجراءات التخفيف.

ومن أجل تيسير اختيار التدابير التي يجب تنفيذها، يُقترح التوجهان التاليان لتخفيف الخسائر غير الفنية بناء على جاهزية العدادات الذكية ونسبة التكاليف إلى الفوائد المرتبطة بها.

التوجه الأول: مشغل شبكة التوزيع في الدولة النامية مع وجود العدادات الذكية أو القدرة على تنفيذ العدادات الذكية.

التوجه الثاني: مشغل شبكة التوزيع في الدولة النامية مع عدم القدرة على تنفيذ العدادات الذكية.

ويتم ترتيب نسبة التكلفة إلى الفوائد لكل توجه، وترد النتائج في الجدول الوارد أدناه. والترتيب كيفي ويمكن أن يختلف بناء على الأحوال الفريدة لكل مشغل شبكة توزيع.

سيواجه مشغل شبكة التوزيع في التوجه الثاني التحدي الأكبر، حيث يحتمل أن يكون من الصعب الحصول على بيانات دقيقة لهذا التوجه. وبالنسبة لهذا التوجه، فإن التدخلات "الذكية" يكون لها الفرصة الأقل في النجاح، وسيكون للمشاركات مع كبار مستخدمي الطاقة، وكهربة المناطق الخالية من الكهرباء، وما شابه، الفرصة الأفضل للنجاح.

الجدول 3.2: الإجراءات مرتبة من حيث نسبة التكاليف إلى الفوائد (الأثر المالي) للتوجهين المختلفين الواردين أعلاه – H (مرتفع الفائدة)، M (متوسط الفائدة) – S (أقل فائدة)

الأهداف	التدابير	التوجه الأول	التوجه الثاني
تعزيز المساءلة في الطاقة	1. وضع مواصفات العدادات وإعلان سياسات القياس	H	H
	2. تنفيذ العدادات الذكية ووضع خطة مرحلية لاستبدال العدادات	M	L
	3. تنفيذ ممارسة وضع خريطة المستهلك – المغذي – المحول مع معلومات جغرافية من أجل تعزيز المساءلة في الطاقة والإيرادات	H	H
	4. إجراء مراجعات تركيب عدادات كبار المستهلكين لضمان الامتثال لمتطلبات القياس والتحقق من تفاصيل حساب المستهلك.	H	H
	5. موازنة الطاقة	H	L
	6. تعديل الإطار التنظيمي من أجل التمكن من تنظيم المستهلكين في التسويات غير الرسمية	H	H
حماية الإيرادات	7. اتخاذ التدابير القانونية والإدارية للحد من سرقة الكهرباء	H	M
	8. تنفيذ السداد المسبق	M	M
	9. القيام أولاً باستهداف أكبر العملاء من أجل تأمين معظم الإيرادات من خلال نشر واجهة القياس المتقدم باستخدام نهج برنامج حماية الإيرادات	H	H
تحسين تحصيل الإيرادات	10. الاستعانة بمصادر خارجية لإدارة دورة الإيرادات من	H	H

	الشركات الخاصة من أجل تحسين عمليات التحصيل		
	11. إدخال خيارات الدفع عبر الإنترنت من أجل تحسين عملية تحصيل المدفوعات	H	H
	12. نشر أجهزة محمولة يدويًا لتحسين جودة قراءة العدادات وتقليل الإطار الزمني لإعداد الفواتير	M	L
تعزيز وسائل التخفيف الشاملة	13. تحديد مجموعة من التدابير الفنية واستراتيجية للوجود الميداني	M	L
تيسير قبول السكان للتغييرات المفروضة (الهندسة الاجتماعية)	14. إجراء حملة دعائية ضخمة حول مزايا العدادات الذكية والسداد المسبق وتوقع ردود الفعل السلبية بسبب فقدان الفوائد الجانبية	H	H
	15. الحفاظ على خدمة بسيطة ومحلية	H	H

* H (مرتفع الفائدة)، M (متوسط الفائدة) S (أقل فائدة)، NA (غير منطبق)

الملحق (أ): تدابير تخفيف الخسائر الفنية

فيما يلي موجز للأسباب الرئيسية للخسائر الفنية والحلول الممكنة لتقليل هذه الخسائر. وتقع معظم الخسائر الواردة أدناه في شبكة التوزيع وبالتالي، تذكر أساليب تقليل الخسائر الواردة أدناه تحديدًا شبكة التوزيع، ومع ذلك، فإن العديد من هذه الأساليب تنطبق على شبكة النقل. والعديد من الأساليب الواردة أدناه هي جزء لا يتجزأ من تصميم النقل، وبالتالي قد يجب إعادة النظر فيها إذا كانت الخسائر أعلى من المتوقع.

أ) الخطوط الطويلة

عادة ما تغطي خطوط التوزيع متوسطة ومنخفضة الجهد مسافة طويلة للغاية في المناطق الريفية لتغذية الأحمال المتفرقة في مساحات كبيرة وتمتد بشكل شعاعي (التفرع) على مسافات طويلة. ويسفر هذا عن مقاومة مرتفعة للخط، ولذلك فإن خسائر I^2R المرتفعة في الخط قد تكون صغيرة بالرغم من الأحمال.

تدابير التخفيف المقترحة:

- يمكن تخفيف الخسائر المرتبطة بالخطوط الطويلة باستخدام العديد من الطرق، ويشمل ذلك رفع مستوى الجهد المتوسط (مثلاً من 20 كيلو فولت إلى 33 كيلو فولت)، وزيادة أحجام الموصلات، وإنشاء محاور توزيع جديدة (المحطات الفرعية لخفض الجهد)، وإضافة دوائر إضافية لمناطق الإمداد الجديدة.
- ينبغي أن تكون أي تدابير خاضعة لدراسات اقتصادية فنية لتحديد طريقة الإمداد المثلى.

ب) حجم الموصل غير الكافي

يجب اختيار حجم الموصلات على أساس قدرة الموصل الموحد كيلو فولت أمبير × كم من الموصل الموحد لتنظيم الجهد المطلوب والاعتبارات الاقتصادية. ومع ذلك، فإن الأحمال الريفية عادة ما تكون متفرقة ويتم تغذيتها عمومًا بالمغذيات شعاعية التفرع التي تواصل إمداد المزيد والمزيد من الأحمال.

تدابير التخفيف المقترحة:

- عند اختيار الموصل، يجب الوضع في الاعتبار امتداد (امتدادات)المغذي المحتملة والطلب المستقبلي الإضافي. ويجب إجراء دراسات للنظر في كفاية الموصل (القدرة على حمل التيار، وهبوط الجهد، والخسائر، وغيرها) للوفاء بالطلب المحتمل في عشر سنوات أو أكثر نتيجة للامتدادات وزيادة الأحمال لدى المستهلكين الحاليين). وينبغي تنفيذ الدراسات على مدى عمر المشروع وليس لسنوات قليلة فقط، مع مد نتائج سنة الدراسة الأخيرة إلى أفق الدراسة.

ج) إنشاء محولات توزيع بعيدًا عن مراكز الأحمال

يمكن أن توجد محولات التوزيع في مركز أحمال على شبكة التوزيع الثانوي. وفي معظم الحالات، لا توجد محولات التوزيع مركزيًا فيما يتعلق بطلب المستهلكين، وبالتالي، يحصل المستهلكون الأبعد على جهد منخفض للغاية بالرغم من الحفاظ على مستويات الجهد الجيدة في المحول الثانوي. ويؤدي هذا إلى خسائر أعلى.

تدابير التخفيف المقترحة:

- من أجل تقليل هبوط الجهد في الإمداد إلى المستهلكين الأبعد، ينبغي ان يوجد محول التوزيع في مركز الأحمال للحفاظ على هبوط الجهد ضمن الحدود المسموح بها.

د) عامل انخفاض الطاقة لنظام التوزيع الأولي والثانوي

في معظم دوائر توزيع الجهد المتوسط والجهد المنخفض، يتجه عامل الطاقة إلى الانخفاض نظرًا لأنواع الأحمال التي يتم توفيرها ويمكن أن تنخفض لتصبح 0.75 (أو حتى أقل). ويمكن أن تزيد عوامل انخفاض الطاقة بشكل كبير من الخسائر لمغذ معين.

بالنسبة لحمل معين، إذا كان عامل الطاقة منخفضًا، يكون التيار المسحوب مرتفعًا (لكي يفي بمتطلبات رد الفعل) وتكون الخسائر المتناسبة مع مربع التيار أعلى. وبالتالي، يمكن تقليل خسائر الخط بسبب عامل الطاقة الضعيف من خلال تحسن عامل الطاقة.

تدابير التخفيف المقترحة:

يمكن تحسين عامل الطاقة من خلال تركيب مكثفات تحويل:

- يمكن توصيل مكثفات التحويل إما على الجانب الثانوي لمحولات الطاقة أو في نقاط عديدة من خط التوزيع.

- التصنيف الأمثل لبنوك المكثفات لمغذي التوزيع هو 50% إلى 66% من مطلب متوسط كيلو فولت أمبير تفاعلي من مغذي التوزيع ذلك.

ينبغي تركيب مكثفات التحويل على النحو التالي:

- النقط المفضلة عند ثلثي طول مغذي الموزع الرئيسي من المحول.
- يتم توصيلها عبر منافذ المستهلكين الذين لديهم أحمال حثية. وهذه الطريقة هي الأفضل اقتصاديًا لتحسين عامل الطاقة لمغذي التوزيع، مما يقلل من خسائر الخط.

ه) سوء الصناعة

يمكن أن يسهم سوء الصناعة بشكل كبير في زيادة خسائر التوزيع.

تدابير التخفيف المقترحة:

- إن الوصلات سيئة الصنع في الموصلات والعوازل مصدر لخسارة الطاقة، وبالتالي، ينبغي الاحتفاظ بأقل عدد ممكن من الوصلات. وينبغي استخدام تقنيات التوصيل الملائمة لضمان ثبات الوصلات.
- ينبغي فحص التوصيلات بجذع -جلبة المحول، وتوصيلات الموصل ومصاهرات القطع ، والعوازل ، ومفاتيح الجهد المنخفض، إلخ، بشكل دوري والحفاظ على الضغط المناسب لتجنب حدوث شرر وتسخين الملامسات.
- يجب أيضًا استبدال الأسلاك والخدمات المتهالكة في الوقت المناسب من أجل تجنب مزيد من الإسهام في التسربات والخسائر في الطاقة

و) موازنة التيار ذي الأطوار والأحمال للمغذي

يسبب التوزيع غير المتساوي للأحمال بين الأطوار الثلاثة للمغذي تدفقًا للتيارات غير المتوازنة في الشبكة، وينتج ذلك هبوطًا غير متوازن في الخطوط الكهربائية. ويزيد ذلك من التيار المحايد الذي يسبب خسائر في الخط.

تدابير التخفيف المقترحة:

- إن أحد أسهل عمليات توفير الخسائر لشبكة التوزيع هو موازنة التيار بطول الدوائر ثلاثية الأطوار. كم تتجه الموازنة المرحلية للمغذي إلى موازنة هبوط الجهد بين المراحل، مما يمنح العملاء في الأطوار الثلاثة عدم توازن أقل في الجهد. ولا يضمن حجم شدة التيار بالأمبير في المحطة الفرعية أن الأحمال متوازنة بطول المغذي.
- وقد يختلف عدم التوازن المرحلي خلال اليوم والمواسم المختلفة. وعادة ما تعتبر المغذيات "متوازنة" عندما تكون أحجام التيار المرحلي ضمن 10%. وبالمثل، فإن موازنة الأحمال بين مغذيات التوزيع سيخفض أيضًا من الخسائر بافتراض مقاومة مماثلة للموصل.

ز) أثر عامل الأحمال على الخسائر

تختلف كمية الطاقة التي يستهلكها العميل وحسب الموسم. يصل العملاء المقيمون إلى أعلى طلب على الطاقة خلال ساعات المساء، بينما تصل أحمال بعض العملاء التجاريين عمومًا إلى الذروة في فترة الظهيرة المبكرة. ونظرًا لأن مستوى التدفق الحالي (وبالتالي الأحمال) هو المحرك الأساسي في خسائر طاقة التوزيع، فإن الحفاظ على استقرار استهلاك الطاقة طوال اليوم سيخفض من ذروة خسائر الطاقة وخسائر الطاقة الإجمالية.

] [ملاحظة: عامل الأحمال = متوسط الأحمال في فترة زمنية محددة/ ذروة الأحمال خلال تلك الفترة الزمنية، يرجى الرجوع إلى المعادلة (1)].

يتم تقليل خسائر الطاقة من خلال رفع عامل الأحمال الذي يؤدي إلى اختلاف الطلب على المغذي في جميع أجزاء المغذي.

تدابير التخفيف المقترحة:

- يمكن زيادة عامل الأحمال من خلال تقديم معدلات "وقت الاستخدام" للعملاء. وتستخدم شركات الكهرباء تسعير الطاقة للتأثير على العملاء من أجل تحويل الأنشطة كثيفة استخدام الطاقة إلى الأوقات خارج الذروة (كتسخين المياه والتدفئة بالكهرباء وتكييف الهواء والري وضخ فلتر حمام السباحة).
- ومع الحوافز المالية، يسمح بعض العملاء أيضًا للمرافق بقطع أحمال كهربائية كبيرة عن بعد خلال فترات ذروة الاستخدام. ويمكن لكبار المستخدمين وحتى المستهلكين المقيمين (الذين يستخدمون أجهزة تكييف الهواء) تخصيص كم معين (أو الطلب الكلي) من أحمالهم ليتم تقليصه خلال أوقات محددة (لاسيما خلال الذروة) وتعويضهم بمبلغ محدد من المال في مقابل ذلك التقليص.

- ويمكن أيضًا أن تحقق المرافق عامل أحمال أعلى من خلال وجود مجموعة مختلفة من العملاء الذين يتم إمدادهم من خلال نفس المغذي.

ح) تحديد حجم المحول واختياره

تستخدم محولات التوزيع لفائف الموصل النحاسي لحث مجال مغناطيسي في قلب فولاذي من السيليكون موجه الحبيبات. وكما هو موضح من قبل، لدى المحولات كل من "خسائر أحمال" و"لا أحمال" أو خسائر جوهرية.

تختلف خسائر النحاس بالمحولات باختلاف الأحمال بناء على معادلة خسارة الطاقة المقاومة (خسائر الطاقة = I^2R). تقوم بعض المرافق بتحميل محولات التوزيع إلى القدرة أو أعلى من القدرة بقليل لفترة زمنية قصيرة سعيًا إلى تقليص التكاليف الرأسمالية مع استمرار الحفاظ على طول عمر المحول[9] (تؤدي محولات التحميل الزائد لفترات طويلة إلى انهيار العزل، وبالتالي، تقليل عمرها).

تدابير التخفيف المقترحة:

- نظرًا لن تكلفة القدرة والطاقة ترتفع باطراد، فإن التكلفة الإجمالية للتملك (الاستثمار بالإضافة إلى عمليات التشغيل والصيانة بالإضافة إلى تكلفة الخسائر) ينبغي أن توضع في الاعتبار عند تحديد كفاية حجم المحول. وسوف تسفر زيادة حجم القدرة لمحول توزيع في الغالب عن خسائر إجمالية أقل وتسمح بالوفاء بالزيادة المتوقعة في الأحمال.
- عند تحديد كفاية حجم محول، فمن الضروري بالمثل مراعاة توحيد الأحجام من أجل تقليل متطلبات قطع الغيار (وبالتالي، تكاليف المخزون) وتوحيد ممارسات الصيانة.
- ومعروف أيضًا أن تحسين تصنيع النوى الفولاذية وإدخال الفلزات غير المتبلرة (كالزجاج المعدني) يؤدي إلى تقليل الخسائر الجوهرية.

ط) الأحمال غير المتوازنة ثلاثية الأطوار

يمكن لشبكة ثلاثية الأطوار غير متوازنة أن تسبب للمحركات ثلاثية الأطوار والأحمال الأخرى ثلاثية الأطوار أداءً ضعيفًا أو فشلاً مبكراً للأسباب التالية:

- الضغوط الميكانيكية في المحركات بسبب ناتج عزم الدوران الأقل من الطبيعي.
- التيار أعلى من الطبيعي في المحركات والمقومات ثلاثية الأطوار.
- التيار غير المتوازن يتدفق في الموصلات الحيادية في الشبكات ذات الشعبتين ثلاثية الأطوار.

يسبب عدم توازن الجهد في أطراف المحرك عدم توازن في التيار العالي، الذي يمكن أن يكون أعلى قليلاً من توازن الجهد. وتؤدي التيارات غير المتوازنة إلى نبض عزم الدوران، وزيادة الذبذبة والضغط الميكانيكي، وزيادة الخسائر وارتفاع درجة حرار المحرك. كما يمكن لعدم توازن الجهد والتيار أن يشير إلى مشاكل في الصيانة مثل الوصلات الضعيفة والملامسات البالية.

تدابير التخفيف المقترحة:

- يمكن أن تؤدي موازنة الأحمال ثلاثية الأطوار دوريًا في كامل الشبكة والمغذيات الفردية إلى تقليل الخسائر بشكل كبير. ويمكن أن يتم ذلك نسبيًا بسهولة في الشبكات العلوية ويقدم بالتالي نطاقًا معتبرًا لتقليل الخسائر الفعال على صعيد التكلفة.

ي) المحولات المتصلة

كما هو موضح سابقًا، تحدث الخسائر الثابتة في الأساس في معدات مثل المحولات نتيجة لتوصيلها بالشبكة وتنشيطها.

تدابير التخفيف المقترحة:

- إن أحد طرق تقليل الخسائر الثابتة هو إغلاق المحولات في فترات انخفاض الطلب. إذا كان محولان مطلوبين بحجم محدد في محطة فرعية خلال فترات الذروة، فربما يكون واحد فقط مطلوبًا أثناء أوقات انخفاض الطلب، نظرًا لأن المحول الآخر ربما يكون مغلقًا لكي يقلل الخسائر الثابتة.
- وبالرغم من أن إغلاق محول واحد قد يسفر عن زيادة في التعويض في الخسائر المتغيرة ويمكن أن يؤثر على تأمين الإمداد وجودته، وكذلك الظروف التشغيلية في المحول نفسه، ينبغي استكشاف هذه المقايضات عند وضع النهج المذكور أعلاه في الاعتبار.

9 هذه الممارسة مشار إليها بتحميل المحول الاقتصادي

الملحق (ب): تدابير تخفيف الخسائر غير الفنية

الهدف الأول: تعزيز المساءلة في الطاقة

1. وضع مواصفات العدادات وإعلان سياسات القياس

- وضع مواصفات العدادات وإنفاذها (على الأقل للعدادات الجديدة) في أقرب وقت ممكن لعدادات الإيرادات من العملاء.
- منح الأولوية لاختبار العداد وشراء معدات المعايرة عندما يصبح التمويل متاحًا.
- **وضع سياسات القياس** التي تعكس متطلبات الدقة لمختلف فئات العملاء، بالإضافة إلى قياس الشبكة (محطات النقل الفرعية ومحطات التوزيع الفرعية والمحولات). ويجب أن تستفيد سياسات القياس من التكنولوجيا مثل حلول القياس الذكي والعدادات مسبقة الدفع، مع معالجة التحليل الفعال من حيث التكلفة لتطبيق حلول قياس النفقات لصغار المستهلكين. على سبيل المثال، يمكن تطبيق العدادات الذكية على كبار المستهلكين، في حين يمكن استهداف العدادات الأقل تكلفة مسبقة الدفع إزاء العملاء ذوي الاستهلاك المنخفض

ملاحظة: تتولى جهة المعايير الوطنية مسؤولية تعريف المعايير الوطنية ووضعها واعتماد المعايير الدولية المرتبطة بالعدادات. ولا يوجد أي إلزام قانوني على مرافق الطاقة للامتثال لأي معيار محدد. ومع ذلك يمكن النص على بعض المعايير أو الأكواد في قانون أو لائحة وتتولى الجهة المنظمة ضمان تطبيق اللوائح الفنية سارية المفعول والامتثال لها (مثل تنظيم فئة دقة العداد).

2. تنفيذ العدادات الذكية ووضع خطة مرحلية لاستبدال العدادات

كما ذُكر من قبل، يعتبر الاحتيال أحد الأسباب الرئيسية للخسائر غير الفنية. ولدى العدادات الذكية إمكانيات كبيرة لتحديد الخسائر غير الفنية وموقعها وتقليلها.

- وضع خطة تنفيذ تغطي تكلفة الوقت والاستثمار لنشر استبدال العدادات.

ضمان تركيب العدادات الذكية على نحو يتوافق مع سياسات القياس والطريقة المرحلية.

3. تنفيذ ممارسة وضع خريطة المستهلك – المغذي – المحول مع معلومات جغرافية من أجل تعزيز المساءلة في الطاقة والإيرادات

ينبغي تنفيذ ممارسة وضع خريطة المستهلك – المغذي – المحول مع معلومات جغرافية بحيث يمكن جمع معلومات حول الطاقة المدخلة وإعداد الفواتير وتحقيق الإيرادات في كل من مستويات الشبكة. ومن شأن ذلك أن يساعد على تعزيز الطاقة والمساءلة المالية في مختلف أجزاء الشبكة. ويتعين تنفيذ هذه الممارسة لجميع المستهلكين ويمكن أن تساعد على تصميم برنامج فعال لتقليل الخسائر وتنفيذه.

4. إجراء مراجعات تركيب عدادات كبار المستهلكين لضمان الامتثال لمتطلبات القياس والتحقق من تفاصيل حساب المستهلك

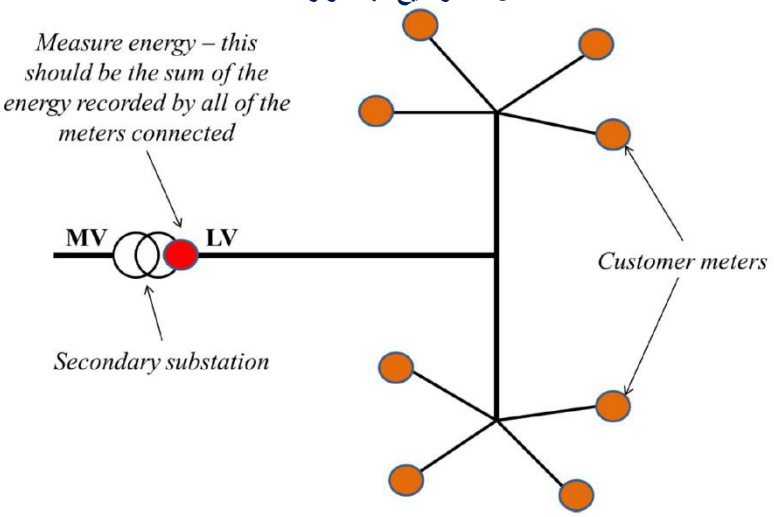
- **إجراء مراجعات تركيب العدادات لأعلى (1 إلى 3%) من المستهلكين** (بغض النظر عن فئة المستهلك). ينبغي أن تتضمن هذه المراجعة تقييمًا فنيًا كاملاً لتركيب العداد (مواصفات العداد ومعايرته ، فحوصات محول التيار ومحول الجهد في حالة الانطباق، والوصول إلى كابلات العداد، وختم العداد، والسلامة، إلخ)، وكذلك التحقق من موقع العميل وتفاصيل حسابه ودقة قاعدة البيانات، إلخ. وبالنسبة لكبار العملاء الصناعيين والتجاريين، ينبغي أن يكون للمرفق وصول خاص إلى تركيب العدادات قد يتضمن تأمين المرافق الكهربائية بإحكام.
- **مسك سجلات المراجعة الكاملة** لأغراض مراجعة المتابعة المستقبلية

5. تنفيذ موازنة الطاقة

- **تنفيذ موازنة الطاقة** من خلال تركيب عدادات فحص/ رقابة/ إشراف مركزية على مستوى محولات الجهد المتوسط/ الجهد المنخفض.

في الواقع، غالبًا ما يوجد قصور في البيانات المتاحة لحساب رصيد الطاقة، وهناك حاجة إلى بعض التلاعب بالبيانات وبعض الافتراضات من أجل حساب الرصيد الكلي للطاقة. ولا يزال من الضروري بهدف التقدير الأفضل لنسبة "الطاقة الموزعة/ المقاسة" تحديد موقع الخسائر وتقييمها، ويسمح ذلك بترتيب أولويات المناطق للتخفيف.

الشكل 1: توضيح مبدأ موازنة الطاقة



6. تعديل الإطار التنظيمي من أجل التمكن من تنظيم المستهلكين في التسويات غير الرسمية

- **تنظيم العملاء "الوهميين":** ربما يحدث في بعض المناطق أن يستقر السكان بلا ترخيص إداري. وفي هذه المستوطنات "غير الرسمية"، قد تحصل بعض المنازل/ الأنشطة على اتصال بشبكة الطاقة. ومع ذلك، فإن المرفق غير مسموح له قانونًا بتسجيلهم كعملاء. ونتيجة لذلك، فإن استهلاك هؤلاء السكان يظل غير مقاس ولا يتم إثباته في فواتير.

وبالرغم من أن العادة قد جرت على أن تتجاهلها المرافق، فإن هذه المستوطنات غير الرسمية يمكن تزويدها بالكهرباء باستخدام معدات مناسبة مثل (أعمدة الجهد المنخفض الاسطوانية على سبيل المثال، التي يسهل التعامل معها). ويجب أن يعالج الإطار التنظيمي هذه المسألة وييسر تنظيم هؤلاء العملاء "الوهميين" لكي يتمكن من القياس، وبالتالي إعداد الفواتير للطاقة الموصلة إليهم.

- **النظر في كهربة المناطق غير المكهربة من قبل،** حيث أنه من المعروف أن التوصيلات غير القانونية منتشرة. وقد كان لهذه الاستراتيجية نتائج طيبة، حيث يدفع العديد من العملاء الآن مقابل استخدام الكهرباء.

الهدف الثاني: حماية الإيرادات

1. اتخاذ التدابير القانونية والإدارية للحد من سرقة الكهرباء

- **ضمان اشتمال قانون الكهرباء على أحكام للتعامل مع تدابير مكافحة السرقة:** إن الجوانب القانونية والإدارية لها أهمية كبرى ويجب معالجتها قبل إطلاق برنامج لحماية الإيرادات (سيتم مناقشته أدناه بمزيد من التفاصيل). ويجب أن يشتمل القانون على أحكام للتعامل مع تدابير مكافحة سرقة الكهرباء بمعزل عن العقوبات الصارمة ضد المتخلفين عن السداد للمرفق. وغالبًا ما يفترض أن أي تلاعب بتواطؤ أو بدون تواطؤ من موظفي المرفق ستكتشفه الشبكة وسيتم تقليص الإمداد. ومع ذلك، فإن القرار النهائي للتلاعب يتطلب تدخلاً بشريًا وقد يتطلب عواقب قانونية. ويجب تجهيز اللوجستيات والأجهزة من أجل تنفيذ هذا القرار وفرض العواقب القانونية الملائمة لضمان نجاح البرنامج.[10]

[10] في جنوب أفريقيا، أنشأت المرافق المعنية بتوصيل الكهرباء والمياه والاتصالات والخدمات المتعلقة بها، وكذلك المقاولون والمصنعون والاستشاريون المشاركون في مجال حماية الإيرادات، جمعية غير مستهدفة للربح (الجمعية الجنوب أفريقية لحماية الإيرادات SARPA) المنوط بها تعزيز "تبادل المعلومات وإيجاد الحلول في مجال حماية دخل المرافق وأصولها ضد السرقة وسوء التخصيص والاختلاس".

يجب أن تصنف القوانين سرقة الكهرباء كجريمة صريحة مع أحكام عقابية. ويجب أن يسمح قانون مكافحة السرقة بتشكيل محاكم ودوائر خاصة من أجل سرعة المحاكمات في قضايا السرقة والاعتراف كذلك بالتواطؤ من جانب موظفي المرافق في المساعدة أو التحريض على سرقة الكهرباء كجريمة جنائية. على سبيل المثال، يعتبر قانون الجنايات في تركيا أن جميع أنواع الطاقة ذات القيمة الاقتصادية ممتلكات منقولة ويعاقب على سرقة الطاقة بالسجن من عامين إلى خمسة أعوام. وفي بعض الدول الأخرى، يتم أيضًا تطبيق عقوبات مالية وحرمان من الحصول على إمدادات الطاقة بالإضافة إلى السجن كعقوبات لسرقة الكهرباء.

- **تحديد الأهداف ذات الأولوية لمكافحة الاحتيال:** عند تنفيذ تدابير التخفيف، يجب التعامل أولاً مع كبار مستخدمي الكهرباء (يرجى الرجوع إلى الإجراء 9 أدناه) ويجب "الكشف عن وفضح" كبار العملاء الذين يتم اكتشاف تورطهم في سرقة الكهرباء وملاحقتهم قضائيًا، حتى وإن كانت لهم علاقة بالسياسة.

2. تنفيذ السداد المسبق

من خلال السداد المسبق، يكون لدى السكان تحكم أفضل في نفقات الكهرباء[11]، ولا يواجهون فواتير كبيرة وغير متوقعة ولا يتورطون في ديون مع مورد الطاقة. ومن منظور المرفق، سوف يتحسن تحصيل الإيرادات بنفس الوتيرة من بدء العمل بالسداد المسبق وسوف تساعد وفورات الكهرباء على تقليل هدر الأحمال.

وسوف يشمل السداد المسبق إعداد أماكن خاصة لشراء الرموز وإدخال خيارات السداد عبر الإنترنت (انظر أدناه).

استهداف كبار العملاء أولاً لتأمين معظم الإيرادات من خلال نشر واجهة القياس المتقدم باستخدام نهج برنامج حماية الإيرادات.

- **استهداف كبار العملاء أولاً لتأمين معظم الإيرادات من خلال نشر واجهة القياس المتقدم باستخدام نهج برنامج حماية الإيرادات.**

تسبب المستخدمون القادرون على السداد في جزء كبير من الخسائر غير الفنية، مثل المنشئات الصناعية والتجارية كثيفة استخدام الطاقة، ولذلك، يمكن تقليل الخسائر التجارية في العديد من الحالات مع القليل من فقدان الرفاهية أو بلا فقدان لها.

وتبين التجربة في مجموعة من الدول أن الإيرادات التي ركزت على نشر حلول البنية التحتية للقياس المتقدم أكثر احتمالاً للنجاح في تقليل الخسائر وتعزيز الأداء المالي.

والبنية التحتية للقياس المتقدم هي نظام متكامل لشبكات اتصالات العدادات الذكية ونظم إدارة البيانات التي تمكن من الاتصالات مزدوجة الاتجاه بين المرافق والعملاء. ويوفر النظام عددًا من الوظائف الهامة التي لم تكن ممكنة سابقًا أو التي كان ينبغي أن تؤدى يدويًا، مثل القدرة على القياس التلقائي وعن بعد لاستخدام الكهرباء، وتوصيل الخدمة وقطعها، واكتشاف التلاعب، وتحديد الانقطاعات وعزلها، ورصد الجهد.

ويركز النهج أساسًا على استثمارات القياس الذكي في المرحلة الأولى من أعلى المستهلكين الذين يدرون إيرادات بنسبة 40-60% والذين يشكلون فقط نسبة صغيرة من إجمالي قاعدة المستهلكين. ويضمن ذلك أنه في حين يتم تقليل الاستثمارات بعامل 10 أو أكثر مقارنة بحالة استبدال العداد الكامل، يتم تأمين نصف الإيرادات تقريبًا، مع وجود أحجام أقل في تركيبات العدادات الذكية، ويصبح البرنامج سهل الإدارة بشكل أكبر والتنقل في منحنى التعلم أكثر سهولة، في حين يمكن تتبع النتائج بعناية من أجل تعديل استراتيجية القياس والتحصيل وفقًا لذلك. ويمهد النجاح الأولي الطريق لمزيد من التوسع في برنامج القياس الذكي.

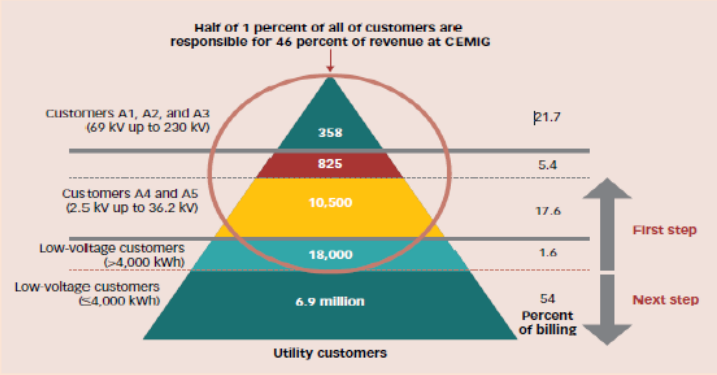
تجربة البنك الدولي مع البنية التحتية للقياس المتقدم

منذ السنة المالية 2010، قام البنك الدولي بدعم 14 مشروع تتضمن البنية التحتية للقياس المتقدم، ويستخدم حاليًا عدد كبير من مشاريع البنية التحتية للقياس المتقدم نهج برنامج حماية الإيرادات. يعزز برنامج حماية الإيرادات الأساس المنطقي لعمليات نشر البنية التحتية للقياس المتقدم من خلال ربطها بمحرك أساسي في معظم المرافق: الإيرادات. ويركز النهج على الجهود والموارد لـ "مستهلكي نصف القيمة" في المرحلة الأولى لحماية الإيرادات من كبار المستهلكين الذين يشكلون سويًا 50% أو أكثر من الفواتير. وفي هذه المرحلة، تقوم العديد من المرافق في الدول منخفضة الدخل بتنفيذ برامج حماية الإيرادات. وأحدث الحالات هي جيراما مدغشقر (8,500 عميل من إجمالي 600,000 عميل، يمثلون 60% من المبيعات، سعر العقد 2.45 مليون دولار أمريكي)، وEDM – موزمبيق (5,000 عميل من إجمالي 1,400,000 عميل، يمثلون 50% من المبيعات، سعر العقد 2 مليون دولار أمريكي).

11

Half-Value Consumers in CEMIG, Brazil

Only about 1% of the consumers of CEMIG – Brazil's largest distribution company – are responsible for 46% of the revenues. The AMI program was deployed to secure the revenues from these consumers in the first phase, thus ensuring that the effort and investments are minimized.



ولنهج برنامج حماية الإيرادات العديد من الفوائد. أولاً، لدى المرفق النموذجي موارد محدودة لاستبدال العدادات، إلا أن العدادات الجديدة يمكن تركيبها لعدد 30,000 – 50,000 عميل بموارد متواضعة – عادة ما تبلغ بضعة ملايين من الدولارات. ومع ذلك، فإن المردود يكون هائلاً. ثانيًا، يحقق نشر البنية التحتية للقياس المتقدم ما لا تستطيع أن تحققه تدابير الإيرادات الأخرى: إنها تضمن استمرارية الإيرادات ومنع العبث المتعمد الذي يمكن اكتشافه. ويمكن أن يساعد هذا الاستقرار في الإيرادات المرفق على الانتقال إلى موقف مالي مستدام والمشاركة في التخطيط طويل المدى. وعلى العكس من الحملات الميدانية أو عمليات التفتيش العشوائية، فإن عمليات نشر البنية التحتية للقياس المتقدم لها تكاليف مستمرة لا تذكر. ثالثًا، في معظم المرافق، فإن جمع بيانات واضحة لا لبس فيها حول استخدام الطاقة يحسن من الشفافية والمساءلة وحوكمة الشركات. ويعد ذلك أمرًا بالغ الأهمية للحد من الفساد وبناء الثقة بين المرافق وكبار عملائها. وداخليًا، يمكن أن يحسن نشر نظام البنية التحتية للقياس المتقدم من الروح المعنوية من خلال الجمع بين المصالح الهندسية مع المصالح التجارية للمرفق. وبرنامج حماية الإيرادات هو أيضًا اختبار حاسم لاستعداد المرفق لمعالجة مشكلاته - يمكن أن تشير الاعتراضات إلى وجود تواطؤ بين كبار العملاء والإدارة العليا للمرفق.

تمكن عمليات نشر البنية التحتية للقياس المتقدم المرفق من تقديم خدمات وفوائد إضافية لكبار العملاء. وتشمل هذه الخدمات والفوائد الكشف عن انقطاعات التيار والأعطال والتأكد من جودة الكهرباء. والقدرة على الاستجابة الاستباقية لانقطاع التيار قبل طلب العميل ترسخ حسن النية تجاه المرفق. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لكبار العملاء الاستفادة من خطط التعريفة المتغيرة. وأيضًا، إذا كان الإطار القانوني لصافي القياس متاحًا، يمكن أن يسفر العداد الذكي عن إدرار إضافي للإيرادات لبعض العملاء من خلال السماح لهم ببيع الطاقة الزائدة معادة إلى الشبكة.

أمثلة لنشر البنية التحتية للقياس المتقدم:

كينيا: مشروع تحديث الكهرباء (السنة المالية 2015): قام مرفق توزيع الطاقة، شركة الكهرباء والإضاءة الكينية، بنشر 45,000 عداد، كجزء من برنامج لحماية الإيرادات، تشمل 4,300 عميل للجهد المرتفع والمتوسط و40,000 عميل للجهد المنخفض. وعلى الرغم من أنهم يشكلون 2% من العملاء، فإن كبار المستخدمين يشكلون 72% من إجمالي الإيرادات. ويتوقع أن يخفض هذا النشر المستهدف للعدادات الذكية من الخسائر التجارية إلى النصف.

طاجيكستان: مشروع تقليل خسائر الطاقة (السنة المالية 2010): خطط المشروع لتنفيذ نظام قياس متقدم شامل في دوشانبي لوقف الخسائر التي تصل إلى 20%. وقد اختار المرفق المنفذ، بوركي طاجيك، الضغط من أجل قياس شامل بدلاً من اتباع نهج الإيرادات أولاً. وقد ثبت أن ذلك يمثل تحديًا. وقد اشترى مرفق بوركي طاجيك 215,000 عداد، إلا أنه لم يتم تركيب سوى 172,0000 عداد منها قبل إغلاق المشروع. وكان مصدر القلق الرئيسي هو نقص المقاولين الذين لديهم خبرة في تركيب العدادات التي عالجها مرفق بوركي طاجيك بعد أن قام موظفوه ببعض أعمال التركيب بعد توفير التدريب المناسب.

المصدر: البنك الدولي

- **عكس اقتصاديات التكاليف على تصميم البرنامج**

ينبغي أن تعكس حلول نشر البنية التحتية للقياس المتقدم اقتصاديات التكلفة الأساسية. وفي العديد من الدول، فإن جزءًا كبيرًا من العملاء المقيمين يسحبون أقل بكثير من 200 كيلووات/ ساعة شهريًا، مما يدر إيرادات صغيرة جدًا على المستوى الفردي للمرفق (أقل من 20 دولار أمريكي). ووفقًا للبنك الدولي (بناء على الخبرة في 14 دولة)، يتكلف هذا في المتوسط 240 دولار أمريكي لتركيب كل عداد. وفي حين قد تنخفض آخر تكلفة للعدادات، فإن العنصر الجوهري لأي بنية تحتية للقياس المتقدم هو نظام الإدارة والاتصالات والرصد المرتبط بها. ومن الأهمية بمكان مراعاة العائد المنخفض للاستثمار من تركيب العدادات غالية الزمن، على سبيل المثال، 70% من المستهلكين الذين يدرون دولارات قليلة فقط شهريًا. بالإضافة إلى ذلك، فقد تم تنفيذ الخيارات الأرخص، كالعدادات الإلكترونية الأساسية التي يتم التحصيل لها من خلال أجهزة محمولة يدويًا مع خيارات السداد المبتكرة، لصالح هؤلاء العملاء الذين يدرون إيرادات منخفضة في العديد من الدول.

- **عكس توفر الهيكل الأساسي للاتصالات وتكلفته في تصميم برنامج البنية التحتية للقياس المتقدم**

يتضمن النظام النموذجي للبنية التحتية للقياس المتقدم العدادات الذكية في كل منزل، ووحدات جمع البيانات على مستوى كل حي و"نظام إدارة بيانات وخدمات القياس" (MDMS) في مقر المرفق. وقد تشمل الاتصالات بين المكونات الفردية الشبكات اللاسلكية والشبكات السلكية أو الجمع بينهما. ويمكن نشر مجموعة واسعة من وسائط الشبكات، وتشمل شبكات تردد الراديو الخاصة، والشبكات اللاسلكية للهاتف الخلوي والواي فاي والبلوتوث والدي إس إل والألياف الضوئية والشبكات السلكية القائمة على خطوط الطاقة. ومن الضروري أن ينعكس توفر مختلف وسائط الاتصالات وموثوقيتها وأمنها وتكاليفها في

تصميم حلول البنية التحتية للقياس المتقدم. وتوضح آخر تجربة في جنوب أفريقيا وغيرها من الدول وجود مشكلات كبيرة في الاتصالات عندما يكون حجم المشروع في حدود 100,000 عداد كهربائي وأكثر. إن استهداف العديد من صغار المستخدمين النهائيين ليس مجرد "تدني القيمة مقابل المال". يأتي هذا جنبًا إلى جنب مع المشكلات التشغيلية.

عادة ما يتم تضمين توريد وتركيب جميع الأجهزة (العدادات وأجهزة المودم والصناديق) والبرمجيات (القراءة وإدارة بيانات العداد (MDM))، بالإضافة إلى توفير خدمات الاتصالات أثناء فترة سنتين إلى ثلاث سنوات، في نطاق العقد. وهذه هي الطريقة الأكثر فاعلية لمعالجة المخاوف/ الشكوك الخاصة بأداء مختلف تقنيات الاتصالات المتاحة على المدى القصير. وعادة ما تحدد وثائق العطاءات متطلبات الأداء الواجب الوفاء بها من قبل نظام الاتصالات، إلا أنها تكون محايدة تمامًا فيما يتعلق بالتكنولوجيا. وتوجد وثائق عطاءات موحدة بالكامل لبرنامج حماية الإيرادات الذي يستخدم البنية التحتية للقياس المتقدم وينبغي الاستفادة منها.

الهدف الثالث: تحسين تحصيل الإيرادات

1. الاستعانة بمصادر خارجية لإدارة دورة الإيرادات من الشركات الخاصة من أجل تحسين عمليات التحصيل

بالنسبة للدول التي يكون فيها "إعداد الفواتير وتحصيل الإيرادات" ضعيفًا، قد توجد فوائد من الاستعانة بمصادر خارجية لإدارة دورة الإيرادات إذا تم تأمين ذلك بعناية من خلال العطاءات التنافسية أو في إطار عقد استعانة بمصادر خارجية جيد. وقد نفذت بعض الدول فعليًا ذلك بنجاح. ويمكن أن يكون النهج هو اختيار واحدة أو اثنتين من المناطق الصغيرة المنفصلة لاستخدامها في دراسة تجريبية محدودة ويتم اختيار شركة مناسبة لتنفيذ أنشطة دورة الإيرادات الأساسية، وتشمل قراءة العداد، وإعداد الفاتورة، وتحصيل الحساب. ويتعين وضع الترتيبات التجارية بعناية من أجل ضمان معالجة الأهداف بشكل صحيح وينبغي أن تشتمل على آلية للسداد حسب النتائج.

2. إدخال خيارات الدفع عبر الإنترنت من أجل تحسين عملية تحصيل المدفوعات

يمكن تحسين عمليات تحصيل المدفوعات من خلال إدخال خيارات الدفع عبر الإنترنت. وينبغي ربط جميع منافذ التحصيل الداخلية للمرفق بنظام إدارة العملاء ودعم الدفع من خلال الهواتف المحمولة والمتاجر الملائمة ووكالات البنوك، إلخ. بالإضافة إلى ذلك، إذا تم الاستعانة بمصادر خارجية لإدارة دورة الإيرادات، يجب تطوير واجهة برمجة تطبيق للاتصال عبر الإنترنت مع الأطراف الثالثة التي تتولى تحصيل المدفوعات.

3. نشر أجهزة محمولة يدويًا لتحسين جودة قراءة العدادات وتقليل الإطار الزمني لإعداد الفواتير

تسمح الأجهزة المحمولة يدويًا مع التثبت في موقع القراءة بتقليص زمن التسجيل بشكل كبير، وعادة، يمكن أن يستغرق تسجيل القراءة أسبوعًا أو أكثر لأغراض إعداد الفواتير. ومع الأجهزة المحمولة يدويًا، يمكن تقليص ذلك إلى يوم واحد.

الهدف الرابع: تعزيز وسائل التخفيف الشاملة

1. تحديد مجموعة من التدابير الفنية واستراتيجية للوجود الميداني

تدعم التدابير الواردة أدناه جميع التدابير الأخرى. وهي ضرورية لتحسين جودة الخدمة، وللكشف عن المشكلات وحلها، ولثقة المستخدمين في الموزع، ولمهنية الوكلاء الميدانيين، إلخ. وتشمل هذه التدابير الفنية:

التدابير المتعلقة بالمعدات

- صناديق عدادات مضادة للعبث وغيرها من المواد الأمنية كأختام مرقمة مضادة للعبث
- تقليل متوسط عدد المستهلكين لكل محول
- تقليل طول المغذيات منخفضة الجهد
- عدادات من جزأين (مشمولة فعليًا في العدادات الذكية المنفذة حاليًا)
- استبدال المحولات ذات التصنيفات المنخفضة للطاقة وتحسين الحماية
- وغير ذلك

التدابير المتعلقة بالعملية:

- فريق مخصص لتقليل الخسائر غير الفنية للكشف عن الاحتيال ومعالجته
- مراجعات الطاقة/ عمليات التفتيش المستهدفة والرقابة المنتظمة وغير المعلنة لجودة التوصيلات
- رقابة مستوى الأحمال المقدر، وبالتالي رقابة التعريفات المرتبطة بها.
- توفير وسائل كافية لعدادات الاختبار
- تحديد مواعيد لفحص العدادات واستبدال العدادات المعيبة
- تحديث السجلات لإزالة الأخطاء

- التنسيق مع أصحاب المصلحة الملائمين
- توفير التدريب الداخلي والتوعية
- تقليل خسائر الاستهلاك من تقدير عمليات الاستهلاك غير المقاسة (كإضاءة الشارع) من خلال تقليل عدم الدقة في المعلومات المرتبطة بها ==> ووجود قوائم جرد دقيقة للمعدات غير المقاسة. ويجب تحديث تقدير استهلاك الطاقة السنوي كل عام وخضوعه لفحوصات الجودة العديدة للمساعدة على ضمان احتساب كل الطاقة غير المقاسة.

التحسين المرحلي (1) في قراءة عدادات الدفع اللاحق التي لا تزال قيد التشغيل و(2) التحصيل المرتبط بها، بحيث يعتاد السكان على سداد ديونهم، والأفضل قبول الدفع المسبق لاستهلاكهم للكهرباء بعد ذلك.

الهدف الخامس: تيسير قبول السكان للتغييرات المفروضة (الهندسة الاجتماعية)

1. إجراء حملة دعائية ضخمة حول مزايا العدادات الذكية والسداد المسبق وتوقع ردود الفعل السلبية بسبب فقدان الفوائد الجانبية

إن العلاقات الجيدة مع العملاء لها أيضًا أهمية لأن ذلك يتيح الحل السريع للمشكلات، وبالتالي تقليل مخاطر قيام العملاء بالتصرف في الأمور بأنفسهم. ولكبار مستخدمي الطاقة أهمية خاصة في هذا الصدد نظرًا لأنهم في الغالب لديهم الحافز الأكبر لسرقة الكهرباء.

في الدول النامية، يمكن أن تجعل الضغوط الاجتماعية، كالمقاومة المجتمعية لتدابير مثل تنفيذ العدادات الذكية و/ أو العدادات من جزأين، تقليل الخسائر غير الفنية في غاية الصعوبة. إن الانتقال المفاجئ من الوضع الذي تكون فيه "الترتيبات البسيطة" ممكنة (بين المحصلين والمستخدمين) والقراءة غير منهجية يثير بين المشتركين ليس فقط مشاعر عدم الثقة تجاه التكنولوجيا الجديدة، ولكن أيضًا مشاعر فقدان الفوائد الجانبية للنظام القديم. كيف يمكن أن نجعل هذا الانتقال مقبولاً؟ في إطار عدم الثقة في السلطات، فإن أي تغيير ينظر إليه على أنه استراتيجية تجارية. والهدف من هذه الحملة هو إثبات أن العدادات الذكية والمهام مسبقة الدفع ليست عدوًا، بل هي أصل لتقليل الاستهلاك. بالإضافة إلى ذلك، من الضروري عدم ترويج السداد المسبق كحل لسرقة الكهرباء أو معاقبة المستهلكين، بل من الضروري الإشادة بمزاياه للمستخدم. وعندئذ، سيتم قبول التحول اللاحق إلى السداد المسبق بشكل أفضل.

ومن الضروري لمستثمري القطاع الخاص معالجة هذه المسألة قبل الانتقال إلى نمط الاستهلاك الجديد من أجل الفصل، أمام السكان، بين فقدان الفوائد الجانبية والتغيير المفروض عليهم.

كما أن تثقيف المستهلك عنصر هام لأي تدخل، لأنه لا يجعل فقط المستهلك واعيًا بالآثار القانونية والمالية المترتبة على سرقة الكهرباء، بل يثقفه فيما يتعلق بمخاطر السلامة.

2. الحفاظ على خدمة بسيطة ومحلية

من الضروري ضمان استدامة الشبكة وأن تظل هذه الخدمات المحدثة بسيطة ومحلية. ويبحث إسكوم، المرفق الجنوب أفريقي اتجاهات العملاء نحو السداد المسبق منذ 1990 ويصر على أنه نظرًا لأن العميل أصبح أكثر تعقيدًا في استخدامه للكهرباء، يتجه تركيزه نحو توفر المنتج. ويجب معالجة ذلك من خلال تقديم العديد من الخيارات المتاحة لشراء رموز الدفع المسبق وسداد الأموال عبر الهاتف المحمول، إلخ). وكما ذكر سابقًا، يجب أن تكون مواقع منافذ البيع استراتيجية لتقديم الخدمة للسكان من خلال تنفيذ الدفع المسبق عبر الهاتف المحمول.

موجز تدابير التخفيف

يقدم الجدول الوارد أدناه موجزًا للتدابير المقترحة. ولكل من التدابير نشير إلى مدى اشتماله على إجراءات فيما يتعلق بما يلي:

- التنظيم (المشاركة بين وزارة الطاقة والوكالة المنظمة والمرفق)
- الاستثمار الرأسمالي من جانب المرفق
- المنظمة (العمليات التجارية) على مستوى المرفق
- التواصل (تثقيف العملاء وقبول التغييرات)

الأهداف	التدابير	التنظيم	الاستثمار الرأسمالي	المنظمة	التواصل
تعزيز المساءلة في الطاقة	1. وضع مواصفات العدادات وإعلان سياسات القياس	x			
	2. تنفيذ العدادات الذكية ووضع خطة مرحلية لاستبدال العدادات			x	
	3. تنفيذ ممارسة وضع خريطة المستهلك – المغذي – المحول مع معلومات جغرافية من أجل تعزيز المساءلة في الطاقة والإيرادات		x		
	4. إجراء مراجعات تركيب عدادات كبار المستهلكين لضمان الامتثال لمتطلبات القياس والتحقق من تفاصيل حساب المستهلك.			x	x
	5. موازنة الطاقة		x		
	6. تعديل الإطار التنظيمي من أجل التمكن من تنظيم المستهلكين في التسويات غير الرسمية	x			x
حماية الإيرادات	7. اتخاذ التدابير القانونية والإدارية للحد من سرقة الكهرباء	x			x
	8. تنفيذ السداد المسبق		x	x	
	9. القيام أولاً باستهداف أكبر العملاء من أجل تأمين معظم الإيرادات من خلال نشر واجهة القياس المتقدم باستخدام نهج برنامج حماية الإيرادات		x	x	
تحسين تحصيل الإيرادات	10. الاستعانة بمصادر خارجية لإدارة دورة الإيرادات من الشركات الخاصة من أجل تحسين عمليات التحصيل	x		x	
	11. إدخال خيارات الدفع عبر الإنترنت من أجل تحسين عملية تحصيل المدفوعات	x	x	x	x
	12. نشر أجهزة محمولة يدويًا لتحسين جودة قراءة العدادات وتقليل الإطار الزمني لإعداد الفواتير		x	x	
تعزيز وسائل التخفيف الشاملة	13. تحديد مجموعة من التدابير الفنية واستراتيجية للوجود الميداني		x	x	x
تيسير قبول السكان للتغييرات المفروضة (الهندسة الاجتماعية)	14. إجراء حملة دعائية ضخمة حول مزايا العدادات الذكية والسداد المسبق وتوقع ردود الفعل السلبية بسبب فقدان الفوائد الجانبية		x		x
	15. الحفاظ على خدمة بسيطة ومحلية				x

معلومات الاتصال

الجناح 201

الطابق الأول - وارينز كورت

48 وارينز اندستريال بارك

وارينز

سانت مايكل، باربادوس

ت: +1-246-622-1783

hello@cpcs.ca

www.cpcs.ca