

Calcul des câbles: une bénédiction ou une malédiction?

Introduction

Est-on obligé de faire le calcul des câbles? Une question qui est posée souvent dans le monde des électriciens. La réponse est simple. Pour une installation dans des locaux domestiques, appelée une installation domestique dans ce texte, la réponse est: non. Pour toutes les autres installations, la réponse est: oui.

Le calcul des câbles donne une réponse aux questions suivantes:

Est-ce que les canalisations, en combinaison avec les dispositifs contre les surcharges, répondent aux exigences dans des conditions normales sans défauts, en d'autres mots:

Les sections des canalisations sont-elles suffisantes pour alimenter pendant au moins 20 ans les courants nominaux des dispositifs contre les surcharges ?

Les chutes de tension ne sont-elles pas trop grandes pour permettre le démarrage et le fonctionnement des appareils consommateurs?

Est-ce que les canalisations, en combinaison avec les dispositifs contre les surcharges, répondent aux exigences dans des conditions de défaut, ou en d'autres mots:

Les sections des canalisations sont-elles suffisantes pour être bien protégé par les dispositifs contre les court-circuit, en cas de court-circuit dans l'endroit le plus défavorable?

Les sections des canalisations sont-elles suffisantes pour faire fonctionner, en cas d'un défaut d'isolation, les dispositifs installés contre les surcharges, en respectant la tension conventionnelle relative?

Installations domestiques

En général le calcul des câbles n'est pas nécessaire pour les installations domestiques parce qu'on répond d'office aux conditions pour lesquelles le calcul des câbles donne une réponse.

Pour les installations domestiques l'article 117 du RGIE, qui traite du courant admissible dans les canalisations électriques, est d'application. L'AM du 27 juillet 1981 spécifie pour ces installations la section des conducteurs et l'intensité nominale des dispositifs contre les surcharges, comme décrit dans le tableau ci-dessous.

Section du conducteur (mm ²)	Intensité nominale du coupe-circuit à fusible	Intensité nominale du disjoncteur
1,5	10 A	16 A
2,5	16 A	20 A
4	20 A	25 A
6	32 A	40 A
10	50 A	63 A
16	63 A	80 A
25	80 A	100 A
35	100 A	125 A

Les valeurs mentionnées s'écartent de moins de 10 % pour les petites sections (1,5-2,5-4 mm²) des valeurs autorisées qu'on retrouve dans la norme pour le calcul des câbles, c'est à dire la IEC 60364-5-52, et ceci dans les conditions les plus défavorables de mise en place d'un câble en cuivre multiconducteur isolé en PVC dans un conduit, encastré dans une paroi thermiquement isolante à une température ambiante de 30°C, sans autres conducteurs à proximité et une présence limitée de troisièmes harmoniques. Pour les sections plus grandes, à partir de 6 mm², les valeurs s'écartent de moins de 10 % des valeurs autorisées dans la norme pour une mise en place dans un conduit en apparent sur le mur. En plus il faut présumer que dans les installations domestiques aucun conducteur devra transporter constamment le courant nominal de la protection.

L'article 138 du RGIE, qui traite des mesures à prendre lors d'une chute de tension, est aussi d'application. Dans le RGIE on ne trouve pas les valeurs maximales admises pour les chutes de tension. La norme mentionne, dans une annexe informative, 3% maximum pour l'éclairage et 5% maximum pour les autres appareils électriques. Dans les installations domestiques les canalisations électriques excèdent rarement une longueur de 35 m. La chute de tension pour une longueur de 35 m, avec un cosφ de 0,95 et le courant nominal de la protection suivant le tableau ci-avant, donne au maximum 7,5%. Les appareils électriques qui ont besoin d'un courant de démarrage élevé comme une pompe à chaleur, sans des dispositifs comme « soft starters », peuvent causer des problèmes et doivent être installés avec beaucoup d'attention. Assumant qu'en général la longueur est inférieure à 35 m, et que la charge est inférieure au courant nominal de la protection, il ne faut pas s'attendre à des problèmes.

L'article 124 du RGIE qui traite des longueurs protégées des canalisations, est aussi respecté. Cet article impose que la longueur de la canalisation doit être limitée à la longueur pour laquelle, en cas d'un court-circuit au point le plus éloigné de la canalisation, la protection contre les court-circuits fonctionne immédiatement et en cas d'un disjoncteur que la coupure est dans la zone magnétique. Dans les installations domestiques les canalisations sont en général protégées par des disjoncteurs type C et excèdent rarement une longueur de 35 m. Par conséquent on répond à l'exigence en suivant le tableau de l'AM du 27 juillet 1981.

Pour finir il y a encore l'article 86 du RGIE qui traite de la protection contre les chocs électriques par contacts indirects dans les installations domestiques. L'article impose un différentiel en tête de l'installation domestique avec un courant de fonctionnement de maximum 300 mA. Tenant compte de la valeur maximale de la résistance de dispersion de la terre de maximum 30 Ω (si entre 30 et 100 Ω il faut prévoir des différentiels supplémentaires) cela veut dire qu'il peut y avoir en permanence une tension maximale de $300 \text{ mA} \times 30 \text{ } \Omega = 9 \text{ V}$ (loi d'Ohm) sur les masses dans une maison (à part la salle de bains, la lessiveuse, le séchoir et le lave-vaisselle où l'on peut avoir au maximum 0,9 V en permanence) en cas d'un défaut d'isolation à haute impédance. 9 V est inférieur à la tension conventionnelle absolue et est donc sans danger. En plus la réaction de coupure d'un différentiel respecte la tension conventionnelle relative en cas d'un défaut d'isolation à très basse impédance en conformité avec la norme pour les différentiels. C'est aussi le cas pour les différentiels sélectifs.

Ce qui précède explique pourquoi le calcul des câbles n'est pas obligatoire pour une installation moyenne domestique et ne sera donc pas demandé comme un des documents à fournir lors du contrôle avant mise en service.

Installations non-domestiques

Les installations non-domestiques peuvent diverger fortement des installations domestiques. Ne fût-ce que pour les modes de pose des canalisations électriques qui ne seront plus d'office encastrées, mais qui seront par exemple sur des chemins de câbles ouverts ou pas, perforés ou pas. Des échelles à câbles sont aussi utilisées. Souvent, plusieurs câbles sont posés ensemble, bien rangé ou non en couches. Les températures ambiantes peuvent aussi fluctuer dans les installations industrielles. Les câbles peuvent être posés dans des chambres froides mais aussi au-dessus d'un four. La longueur des canalisations électriques n'est pas limitée à une moyenne de 35 m. Des longueurs de plusieurs centaines de mètres n'est pas une exception dans les grands complexes industriels et dans les magasins. Dû à la présence de plus en plus d'électronique de puissance (alimentations électroniques) et en cas d'absence de filtres performants à l'entrée, un courant déformé est tiré du réseau. Dans les réseaux triphasés avec conducteur neutre les troisièmes harmoniques et ses multiples passent dans le conducteur neutre ce qui peut donner lieu à une surcharge de ce conducteur neutre. En plus il n'y a pas d'obligation de prévoir un différentiel dans les installations non-domestiques avec du personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5). Dans le cas d'un réseau TN on utilisera les dispositifs de protection installés contre les surcharges aussi comme dispositif de coupure dans le cadre de la protection contre le contact indirect.

Le calcul de câbles est le seul moyen de vérifier si on répond aux exigences du RGIE concernant le courant admissible dans les canalisations électriques, la protection contre les conséquences d'une chute de tension, la protection contre les court-circuits et la protection contre le contact indirect.

Dans l'AR du 4 décembre 2012 concernant les prescriptions minimales de sécurité des installations électriques sur les lieux de travail (MB du 21.12.2012) on trouve dans l'Annexe II concernant le contenu de la documentation (le dossier) sous le point 3° "les notes de calcul et les autres documents éventuellement nécessaires pour l'évaluation du respect des dispositions du présent arrêté, notamment des articles 7 à 9" où l'on fait référence aux installations qui tombent sous l'application du RGIE, qui datent d'avant le RGIE et qui tombent sous les exceptions du RGIE. Le calcul des câbles fait partie des notes de calcul dont on parle dans l'AR.

Le calcul des câbles

Le calcul des câbles peut être fait à la main avec du papier et une plume. Il est beaucoup plus simple et efficace d'utiliser des logiciels reconnus par les organismes agréés et disponible sur le marché.

Dans les deux cas il est nécessaire de choisir les paramètres comme le type de conducteurs (matériel de l'âme, matériel de l'isolation, la composition), la protection choisie, la mise en place dans le sol ou pas, la température ambiante, la mode de pose, la proximité d'autres conducteurs, la présence de courants harmoniques, etc... correspondant avec la réalité. Si non le résultat est sans valeur car ici aussi compte le réalisme des valeurs de bases pour le calcul.

Quand on utilise la plume et le papier il faut utiliser le bon tableau de la norme. Ou quand on utilise un logiciel il faut s'assurer que le programme utilise les tableaux corrects en arrière-plan en fonction des paramètres correctement choisis.

Lors du choix d'un logiciel de calcul de câbles il faut certainement prêter attention à:

- La possibilité d'utilisation pour de multiple fabricants et leurs bases de données
- Les possibilités de choisir la réglementation à suivre (RGIE en Belgique, NEN 1010 aux Pays-Bas, NF-C15-100 en France, ...)
- La convivialité
- La modularité (sur mesure des besoins)
- Output après le calcul, comme un schéma unifilaire
- La possibilité de déterminer la section la plus économique, le dispositif de protection le plus économique
- La possibilité de démontrer la filiation et la sélectivité
- Les possibilités d'imprimer
- La possibilité de calculer les circuits vitaux
- Le choix des langues
- Les fonctions d'importation et d'exportation (les formats supportés: DXF, Excel, Txt, ...)

Conclusion

Il ne faut pas faire le calcul des câbles pour une installation domestique normale, vu que les prescriptions du RGIE et des arrêtés d'exécution (AM) sont suffisamment cohérents.

Pour les installations non-domestiques le calcul des câbles est le seul moyen de contrôler et de démontrer qu'on a répondu aux exigences du RGIE.

Le calcul des câbles n'est pas réservé aux ingénieurs des bureaux d'études, ce n'est pas quelque chose d'académique. Chaque électricien qui fait des installations non-domestiques et qui les installe, doit le faire et doit l'apprendre. Dans beaucoup de cas ce n'est que sur base de ces calculs que l'organisme peut vérifier si l'installation est conforme ou pas lors du contrôle avant mise en service ou lors du contrôle d'une modification importante ou augmentation notable d'une installation non-domestique.

VOLTA organise des formations de base "calcul de câbles" dans des conditions normales et dans des conditions de défaut, suivi par une démonstration pratique avec un logiciel de calcul de câbles. Des formations sont aussi organisées par d'autres acteurs dans le secteur des électriciens et par les fournisseurs de logiciel de calcul.

Auteur: Danny Hermans, VOLTA