



Fiche info

« modèle de dimensionnement Laax »

Référence du dossier : BAV-041.4-00003/00005/00007/00001/00003/00007

Objet : Fondations isolées de pylônes d'installations à câbles, prise de position sur le « modèle de calcul Laax »

Point de la situation

L'association Remontées mécaniques suisses (RMS) a envoyé aux chefs techniques et aux CEO de ses membres un courrier daté du 17 décembre 2015 et une *newsletter*, par courriel du 30 mars 2016, sur la sécurité au basculement de fondations de pylônes. Ensuite, elle a publié en août 2016, sur son site Internet, un document intitulé « TECH NEWS 1/2016 » ayant pour sous-titre « Modèle de mesure pour les fondations d'installations de transport à câbles », en même temps que le rapport final intitulé « Bemessungsmodell "Laax" für einzelfundamente von Seilbahnmasten » (*en allemand seulement*), rédigé avec le concours de la Haute école technique de Rapperswil (HSR), daté du 28 janvier 2016. Ce rapport rend compte entre autres des résultats d'un test exécuté sur le terrain. Ces trois documents de RMS ont en principe des contenus comparables.

Bases légales en vigueur

Les installations à câbles doivent être construites conformément aux exigences essentielles (art. 5, al. 1, LICa et art. 5 OICa). À cet effet, l'OFT désigne les normes techniques appropriées à la concrétisation desdites exigences (art. 4, al. 2, LICa). Si les installations sont construites dans le respect des normes techniques, il est présumé qu'elles répondent aux exigences essentielles (art. 5, al. 2, LICa). Le 19 décembre 2006, l'OFT a désigné entre autres la SN EN 13107:2004 intitulée « Prescriptions de sécurité pour les installations à câbles transportant des personnes - Ouvrages de génie civil » comme norme technique.

Depuis le 1^{er} janvier 2016, la norme suisse SN EN 13107:2016 est en vigueur en Suisse. Cette norme est identique en substance à la norme européenne EN 13107:2015, valable depuis juin 2015. Elle porte le titre « Prescriptions de sécurité pour les installations à câbles transportant des personnes - Ouvrages de génie civil ». Toutefois, elle n'a pas encore été désignée par l'OFT.

Si des installations sont construites conformément à d'anciennes versions de normes qui diffèrent des normes actuelles sur des points essentiels, c'est précisément cette différence qui remet en question la présomption de conformité. Il incombe à l'OFT de vérifier dans quelle mesure des normes modifiées interdisent la présomption de conformité en ce qui concerne le respect des exigences essentielles en cas d'application des prescriptions de l'ancienne norme. Il s'agit dans le cas présent de la vérification au basculement. Dans un tel cas, il faut appliquer les prescriptions correspondantes de la nouvelle norme afin de respecter les exigences essentielles.



Référence du dossier : BAV-041.4-00003/00005/00007/00001/00003/00007

L'annexe nationale à la SN EN 13107:2016 dispose entre autres que pour le dimensionnement des éléments de construction, les Eurocodes (SN EN 1990 ss) ou la série des normes SIA 260 ss peuvent être appliquées au choix. Afin de tenir compte des particularités géographiques et climatiques spécifiques au pays, du degré de sécurité et des dispositions légales au niveau national, concernant la vérification de l'équilibre statique, les dispositions du paragraphe 11.2.1.1 de la norme doivent être respectées en vue du dimensionnement des fondations superficielles entre autres (quel que soit le système choisi pour la suite du dimensionnement, normes SIA ou Eurocodes). Ledit chiffre, intitulé « Vérification de l'équilibre statique (EQU) » impose la condition suivante (let. a) entre autres comme la première de deux conditions à respecter (Citation) :

*Lors de la prise en compte de l'état-limite de l'équilibre statique, la vérification doit être faite conformément à la Formule (10), en ne considérant pas la résistance du sol, ni de l'ouvrage.
(...)*

La formule (10) du chiffre 9.3.2.1 de la norme est la condition usuelle de la vérification au basculement : la valeur de calcul des effets des actions déstabilisatrices doit être inférieure ou au plus égale à la valeur de calcul des effets des actions stabilisatrices.

Évaluation

D'après les bases susmentionnées, il est indiscutable que, conformément à la SN EN 13107:2016, il est expressément interdit de prendre en compte un frottement latéral dans le sol au-dessus de la fondation comme une résistance lors de la vérification au basculement (équilibre statique). L'approche conforme au modèle de dimensionnement « Laax » contredit cette prescription.

Les raisons de l'interdiction de la prise en compte d'un frottement latéral dans le sol lors de la vérification au basculement des fondations isolées résident principalement dans les conditions spéciales de la construction d'installations à câbles sur des chantiers de montagne, dont les incertitudes doivent être appréhendées par des mesures appropriées et avec prudence. Les causes les plus évidentes de ces incertitudes se résument aux mots-clés suivants : renonciation à une campagne de sondage géotechnique (pour des raisons de temps et de coût), vérification des caractéristiques du sol uniquement lors de la réalisation et sans examiner sous le niveau de la fondation, renonciation au drainage des fondations, matériau de remblai souvent défavorable (réutilisation des déblais sans connaissance de la granulométrie, grain maximal-/minimal, teneur en eau, risque de gel), engins de compactage souvent inappropriés ou insuffisants (terrain impraticable accessible seulement par hélicoptère), mauvaises conditions environnementales (érosion par le vent /l'eau) et actions complexes (variables et/ou dynamiques des points de vue temporel et directionnel).

La vérification au basculement au niveau d'une arête de fondation fictive ne fait sens en principe que sur du rocher ou des terrains meubles de dureté similaire à de la roche, car l'axe de rotation sur des terrains meubles se trouve effectivement à l'intérieur de la fondation. Par ailleurs, pour chaque fondation, en plus de la vérification de la résistance au basculement, il faut vérifier la limitation de l'excentricité de la résultante des actions suivant l'état d'exploitation de l'installation dans le noyau central ou dans le double de la limite du noyau central (chiffre 11.2.1.1 et Annexe nationale de ou à la SN EN 13107:2016), la résistance du sol (chiffre 11.2.1.3), le glissement (chiffre 11.2.1.4), l'aptitude au service (chiffre 11.2.2) et la stabilité générale (stabilité du talus) suivant l'emplacement des fondations.

Si la prise en compte du frottement latéral dans le sol dans la vérification au basculement des fondations isolées était autorisée, il en résulterait pour cette seule raison une tendance à sous-dimensionner les



Référence du dossier : BAV-041.4-00003/00005/00007/00001/00003/00007

fondations, ce qui réduirait effectivement la sécurité au basculement, et rendrait impossibles certaines autres vérifications, voire toutes les autres suivant les circonstances.

Il est permis en principe de déroger aux normes lorsqu'une analyse des risques prouve que le risque n'est pas augmenté (art 6a OICa). Dans le cas présent, il y aurait encore d'importants travaux et études à réaliser pour ce faire. Il faudrait notamment élaborer et vérifier le guide mentionné par la HSR dans son étude. Par ailleurs, il faut aussi montrer comment les conditions mentionnées dans ce guide pourraient être réunies durablement en montagne pendant toute la durée de vie des fondations. Vu l'ampleur de ces travaux, il faudrait obligatoirement les réaliser en dehors d'une procédure concrète d'approbation des plans.

Bilan

Comme il est expliqué plus haut, il est contraire aux prescriptions de la SN EN 13107:2016 de prendre en compte un frottement latéral dans le sol au-dessus des fondations comme une résistance lors de la vérification au basculement. L'OFT n'accepte donc pas les vérifications opérées selon le modèle de dimensionnement « Laax », à moins que les bases et les conditions d'application en soient clairement définies et qu'il soit garanti que ces exigences puissent être respectées sur toute la durée de vie de l'installation.

OFT, section Technique des installations à câbles, 21.12.2016