Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 93/94 (1929)
Heft: 4

Artikel: Notes sur le calcul des conduites des usines hydrauliques
Autor: Finaly, Etienne de
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43383

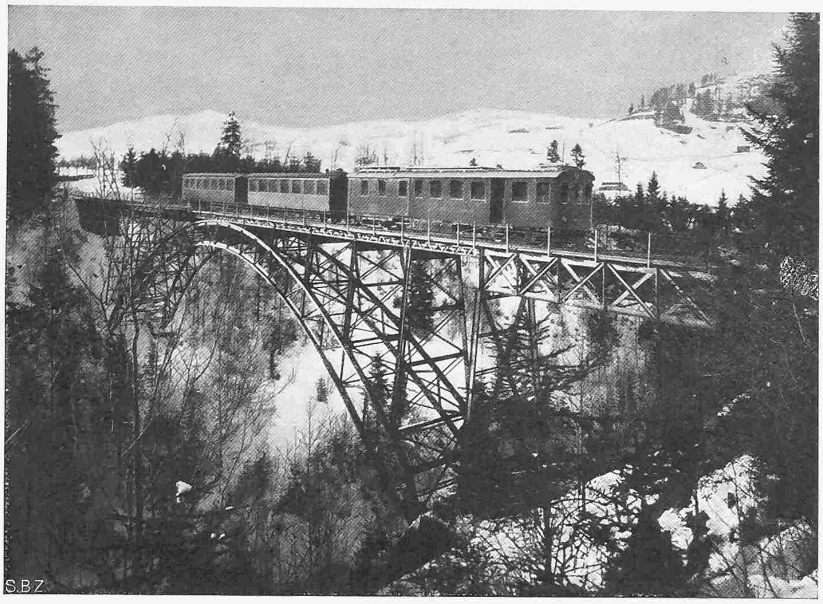

Abb. 10. Motorwagenzug der Appenzellerbahn auf der Kaubachtobel-Brücke.

Notes sur le calcul des conduites des usines hydrauliques.

Par ETIENNE DE FINÁLY, ing., Budapest.

On installe quelquefois les usines hydrauliques de haute chute de telle façon, que non seulement la tuyauterie, mais aussi le canal d'amenée en toute sa longueur soit une conduite forcée. Cette disposition a certainement des avantages surtout en cas d'un réservoir annuel dont la hauteur, s'additionnant à la chute, se laisse utiliser, en ce cas, tout automatiquement. Le canal d'amenée, entre ce réservoir et la chambre d'équilibre, est en général tracé avec une pente modérée pour ne pas avoir de trop grandes pressions intérieures. Sa section est alors plus grande que la section (totale) de la tuyauterie. On peut, dans un cas donné, fixer la proportion de ces deux sections et écrire

$$S_t = \alpha S_c \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

S_t étant la section de la tuyauterie, S_c celle du canal d'amenée, α un nombre de proportion < 1. On peut calculer, en ce cas, les pertes de charge par une formule pour toute la longueur de la conduite totale surtout si, pour être plus claire, on emploie une formule simple, par exemple celle de Dupuit.

La force motrice d'une usine hydraulique en chevaux-vapeur (ch) est
$$F = \frac{Q H_n \gamma \varrho}{75}$$
si γ est le poids d'un m³ d'eau, H_n la chute nette, Q le débit et ϱ le rendement des moteurs hydrauliques. Or, la chute nette est

$$H_n = H - h$$

H étant la chute brute, et h la perte de charge.

Si la longueur du canal d'amenée est L_c et celle de la tuyauterie L_t, h s'écrira approximativement

$$h = L_c J_c + L_t J_t$$

Selon la formule de Dupuit, on a la pente hydraulique

$$J = 0{,}0025 \frac{Q^2}{D^5} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

donc

$$h = 0{,}0025 \left(L_c \frac{Q^2}{D_c^5} + L_t \frac{Q^2}{D_t^5} \right)$$

d'où, utilisant notre équation (1),

$$h = 0{,}0025 \frac{Q^2}{\alpha^{5/2} D_c^5} (\alpha^{5/2} L_c + L_t)$$

Si
$$A \equiv 0{,}0025 \frac{\alpha^{5/2} L_c + L_t}{\alpha^{5/2} D_c^5}$$
on a enfin
$$h = A Q^2$$

La force motrice s'écrira alors

$$F = b Q (H - A Q^2)$$

Dans cette équation, le coëfficient

$$b = \frac{\gamma \varrho}{75}$$

est constant.

Pour que F soit maximum, il faut que

$$Q_m = \sqrt{\frac{H}{3A}}$$

et la force motrice maximum s'écrit, après quelques simplifications,

$$F_m = \frac{2}{3} H b Q_m$$

La charge d'une usine hydraulique quelconque est en général variable. Si la charge moyenne d'une période, p. ex. d'une année, est C_m, la charge maximum peut être 2 à 5 fois plus grande, ne durant que quelques minutes et retournant périodiquement. Si cette charge maximum est donnée, il semble tout naturel, que F_m soit égale à cette charge maximum. Si elle est C, nous écrivons

$$C = \frac{2}{3} H b Q_m$$

d'où on obtient le débit maximum

$$Q_m = \frac{3C}{2Hb}$$

Ayant Q_m on calcule

$$A = \frac{H}{3 Q_m^2}$$

puis les sections des conduites par l'équation

$$D_c = \sqrt[5]{\frac{0{,}0025 (\alpha^{5/2} L_c + L_t)}{\alpha^{5/2} A}}$$

Enfin on reçoit de l'équation (2) la pente hydraulique selon laquelle on trace les conduites.

* * *

Connaissant les données hydrologiques de l'usine, on peut estimer la quantité d'eau exploitable annuelle. C'est-à-dire, si on a le débit moyen du cours d'eau et le volume du réservoir, on peut calculer, selon le régime du cours d'eau, à une certaine vraisemblance, la quantité d'eau exploitable par l'usine, soit M m³ par an. Donc on a le nombre des heures

$$T = \frac{M}{3600\, Q}$$

et la quantité d'énergie annuelle (travail total annuel) en ch-h

$$E = F T$$

lequel s'écrit selon les formules données ci-devant

$$E = \frac{b M H}{3600} \left(1 - \frac{Q^2}{3 Q_m^2} \right)$$

Q étant le débit moyen exploité ou exploitable.

La quantité d'énergie annuelle ne peut jamais atteindre la valeur théorique

$$E_t = \frac{b M H}{3600}$$

Le nombre
$$c_u = \frac{E}{E_t}$$
nous donne donc un coëfficient qui nous montre le rendement de l'usine. C'est une sorte de coëfficient d'utilisation, ayant la valeur

$$c_u = \frac{3 Q_m^2 - Q^2}{3 Q_m^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Or le nombre annuel des heures ne peut pas être plus grand que 8760; le débit moyen exploité ne peut pas être plus petit que

$$Q = \frac{M}{8760 \cdot 3600} = \frac{M}{S}$$

S étant le nombre des secondes par an.

Mettant cette valeur de Q dans l'équation (3), on a

$$c_u = \frac{3 Q_m^2 S^2 - M^2}{3 Q_m^2 S^2}$$

comme maximum pratique du coëfficient d'utilisation.