
Faisabilité d'un aménagement de pompage turbinage au barrage de la Gileppe

Auteur : Fonder, Martin

Promoteur(s) : Erpicum, Sebastien; Dewals, Benjamin

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

Année académique : 2018-2019

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/6724>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Faisabilité d'un aménagement de pompage turbinage au barrage de la Gileppe

Résumé de travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du
grade de Master en Ingénieur Civil des Constructions

Année académique 2018-2019

Résumé

« Faisabilité d'un aménagement de pompage turbinage au barrage de la Gileppe », par FONDER MARTIN, Ingénieur Civil des Constructions, 2018-2019.

Ce rapport présente les résultats concernant la faisabilité technique et économique d'une installation de pompage turbinage, réutilisant des structures déjà en place, au barrage de la Gileppe, ouvrage construit sur la rivière du même nom en 1878 pour alimenter le bassin vervietoise et son industrie lainière en eau potable (actuellement cet ouvrage est exploité par la SPW). L'idée serait d'utiliser le lac créé par la retenue comme bassin supérieur d'une station de transfert d'énergie par pompage (STEP), d'aménager un bassin inférieur en aval du barrage et d'utiliser des conduites existantes pour avoir un système complet tout en limitant les coûts d'installation.

Le rapport est divisé en 3 parties principales.

La première partie présente les enjeux du stockage d'énergie électrique et les technologies actuellement existantes dans un premier temps puis le site de la Gileppe tel qu'il existe aujourd'hui avec ses objectifs et enjeux dans un second temps.

La seconde partie présente toutes les données techniques nécessaires à la création d'un modèle numérique de la STEP sur le site. On y retrouvera entre autres une étude détaillée des pertes de charge dans les conduites, une synthèse des informations collectées par le questionnaire sur le niveau de la retenue et toutes les hypothèses utilisées pour mener les estimations de prix dans le travail.

Enfin la troisième partie permet de chercher la meilleure solution pour rendre cette installation intéressante tant sur un plan économique qu'énergétique. Dans cette ultime partie cinq sections étudient cinq scénarios différents permettant de chercher la méthode d'utilisation de la STEP qui sera la plus intéressante.

Le modèle numérique montre que les pertes de charge sont trop importantes dans les conduites actuelles, ces dernières n'étant pas adaptées pour limiter les dissipations d'énergie. En effet le diamètre des tuyaux, les nombreux coudes, rétrécissements et autres singularités ne permettent pas de construire une installation combinant puissance élevée et rendement élevé.

De ce fait, l'utilisation de ces tuyaux rend l'installation non rentable dans le système de distribution d'électricité actuellement en place en Belgique. En effet, pour la solution la plus intéressante, soit une STEP de 4 MW de puissance en turbinage avec un bassin inférieur de $122\,000\text{ m}^3$, les coûts de construction seraient de l'ordre de 3 380 000 € pour des revenus engendrés qui ne pourraient dépasser 103 500 €/an. Le temps de retour sur investissement serait donc de plus de 30 ans.

Cependant, en utilisant ces conduites avec des débits faibles, il est tout de même possible d'installer une STEP d'une puissance en turbinage de 4 MW avec un bassin inférieur de $500\,000\text{ m}^3$ qui permettrait de s'intégrer dans un micro réseau contenant 4000 foyers. Ce dernier serait alors approvisionné en électricité par 5 éoliennes de 1 MW chacune et $50\,000\text{ m}^2$ de panneaux photovoltaïques posé sur le lac. La STEP permettrait dans cette configuration de stocker l'énergie produite par la production sur des cycles de 24 heures pour la restituer pendant les heures de forte consommation et de cette manière répondre à la demande toute l'année.

Pour limiter les pertes de charges, augmenter les puissances, diminuer le temps de restitution de l'électricité et donc augmenter les revenus, c'est l'installation d'une nouvelle conduite d'un diamètre de 4,5m qui semble être le scénario le plus intéressant. Cette configuration permettrait d'obtenir une STEP d'une puissance de 35 MW en turbinage, capable de générer 1 450 000 €/an. L'enjeu de ce scénario est cependant de trouver une position pour la conduite qui permette à l'installation de fonctionner peu importe le niveau de l'eau dans la retenue pour un coût de construction limité.

Ce document reprend en détail les méthodes implémentées, les hypothèses posées ainsi que l'origine des différentes données utilisées pour trouver ces résultats. Il pose les bases permettant d'orienter d'éventuelles futures investigations sur le sujet.

Abstract

"Feasibility of the implantation of a pumped storage power station on the Gileppe dam site" by Martin Fonder, Construction Civil Engineer, 2018-2019.

This report presents the result about the technical and economic feasibility of implanting a pumped storage power station reusing the already existing infrastructure at the Gileppe dam. This structure was built in 1878 in order to supply clean water to Verviers and its wool industry (nowadays the "Public Society of Wallonia" is in charge of the dam). The idea would be to use the actual lake as the upper reservoir of the storage system, to create an artificial reservoir at the foot of the dam and to reuse the existing linking pipe to have an operational installation while saving money by limiting the installation costs.

This report is divided in 3 main parts.

The first part presents on one hand the issues concerning electricity storage : the storage goals and the already existing technologies. And on the other hand it presents the Gileppe dam site as it looks like today.

The second part is about all the technical data necessary for the creation of the numerical simulation. In this part, the energy losses in the existing pipes are calculated and the evolution of the lake level (based on a set of data given by the actual operator) are analysed. In addition, all the assumptions used for the construction price estimation are listed.

Finally, the third part is about finding the most effective way of using the installation in terms of economic and energy efficiency. In this part, five scenarios are studied and compared to choose the best way of using the station.

The numerical model shows that the losses in the existing pipes are too important, because those pipes are not dimensioned for that purpose. In fact, the diameter of the pipe, the numerous bends, the expansion bends and other singularities don't match with the installation of a station combining high power and high efficiency.

For this reason, this configuration makes the investment not profitable in the current electricity distribution network system. The optimal solution, a 4 MW power station with a 122 000 m^3 lower reservoir, would cost about 3 380 000 € for a yearly income smaller than 103 000 €. Therefore investment return time would be longer than 30 years.

However, if the pipes are used with small discharge, the station could be used in a micro electricity network (independent from the national network) powered by renewable energy. In fact, a 4 MW power station with a 500 000 m^3 lower reservoir, coupled with five 1 MW power wind turbines and 50 000 m^2 of solar panels laid on the lake can provide electricity without failure to 4000 households. In this configuration, the station would store the electricity generated by the production to restore it during high demand period.

To decrease the losses, increase the power of the pumped storage power station, decrease the electricity restitution time and therefore increase the incomes, the best solution would be to install a new 4,5m diameter steel pipe. This configuration enables the installation of a 35 MW power station able to generate 1 450 000 €/year. The biggest challenge for this configuration is to find a way to place the pipe such that the installation can work however the water level in the lake.

This document explains in detail the method, the assumptions and the origin of all the considered data used to obtain all the results. It gives the groundwork and opportunities to start new works on this subject.