

TECHNICAL NEWS

VALUE-ADDED ENGINEERING

ENGURI (Georgia)

Le barrage-voûte d'Enguri, parmi les plus hauts du monde avec 270 m, a fait l'objet d'une réévaluation de sa sécurité et de mesures de réhabilitation. Financé en partenariat par le Secrétariat suisse à l'économie (seco) et la Banque Européenne de Reconstruction et de Développement (BERD), ce projet comprenait entre autres l'installation d'un système d'instrumentation amélioré. L'objectif était de mieux contrôler le comportement du barrage pendant les variations saisonnières du niveau du lac et des conditions climatiques ambiantes. De plus, une modélisation numérique très pointue du barrage et de ses fondations a permis de vérifier les conditions de sécurité de l'ouvrage. Le calibrage du modèle effectué à partir des données collectées montre une adéquation excellente entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées. Le client dispose maintenant d'un outil fiable pour la vérification de la sécurité de cet important barrage vital pour la production énergétique de la Géorgie.



Réhabilitation du barrage d'Enguri, Georgia
Rehabilitation of Enguri dam, Georgia

Enguri, an internationally renowned arch dam among the highest in the world at over 270 m height, has been re-evaluated for safety and rehabilitation measures. This project was financed by the Swiss State Secretariat for Economic Affairs (seco) in partnership with the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). This work has included the installation of an improved monitoring scheme for better control of the dam behaviour during its seasonal variations of lake level and ambient climatic conditions. In addition, a state-of-the-art numerical model of the dam and foundation assists in assessing its current and future safety. Model calibration using collected data shows excellent agreement between calculated and measured values. Now, the Client can be confident in its use as a tool for assessment of the safety of this important dam, which is essential for the energy production of Georgia.

KABOUL (Afghanistan)

Après la récente guerre subie par l'Afghanistan en 2001, les installations électriques de Kaboul ont été fortement endommagées, en particulier celles alimentant le réseau des pompes de distribution d'eau potable. Dans le cadre de la reconstruction du pays, le CICR (Comité International de la Croix-Rouge) a demandé aux SIG (Services Industriels de Genève) d'établir un rapport de faisabilité concernant la réhabilitation de ces installations. STUCKY a été chargée de ce projet et, en particulier, de sa mise en œuvre pratique sur le terrain.



Travaux de bétonnage d'un pylône à Kaboul
Concrete works of a tower in Kabul

Electrical equipments in Kabul were quite damaged after the last war in Afghanistan in 2001, more particularly the pump distribution network for drinking water. Within the reconstruction of the country, the ICRC (International Committee of the Red Cross) asked the SIG (Industrial Utilities of Geneva) to prepare a feasibility study in view of the rehabilitation of these equipments. STUCKY was in charge of this project and of its implementation on site.



STUCKY



ENGURI

Georgia

Rétro-analyse numérique du barrage d'Enguri

Numerical Back Analysis of Enguri Dam



R. Dungan



A. Matakayants

Le projet d'Enguri fait partie des barrages dont STUCKY a fait la rétro-analyse afin de comparer les valeurs mesurées et les valeurs calculées. De telles comparaisons servent non seulement à montrer que le modèle représente bien la structure mais aussi à mettre en évidence tout comportement anormal qui pourrait survenir en raison de la construction ou des conditions d'exploitation. C'est donc en utilisant de tels outils que la sécurité courante du barrage a pu être contrôlée.

Dans le cas d'un barrage-voûte, l'un des premiers problèmes à résoudre est de savoir dans quelles conditions thermiques il se trouve tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. En effet, la température a une influence significative sur l'état des sollicitations du barrage. Dans le cas d'Enguri, une étude détaillée de la répartition des températures dans le corps du barrage a été entreprise avant de procéder à l'analyse de déformations et de contraintes. De bons résultats ont été obtenus en utilisant des techniques de simulation de variations de températures dans divers endroits du barrage, où des mesures de température concrètes avaient été enregistrées.

Le modèle numérique était basé sur les données les plus récentes de la topographie du site ainsi que sur la géométrie du barrage. Une attention particulière a été portée sur la précision des formes géométriques dans le but de s'approcher au mieux du comportement réel.

Après avoir résolu les problèmes thermiques, il a alors été possible de prévoir les déplacements du corps du barrage tout au long de l'année. Ils ont été comparés avec les mouvements enregistrés par l'instrumentation installée dans le barrage ainsi qu'avec les mesures de déformations extérieures faites en utilisant des techniques d'études précises. Les déplacements dans les galeries rocheuses ont aussi été comparés. Afin de réaliser une corrélation précise entre les résultats mesurés et ceux obtenus numériquement, il a été nécessaire de faire une étude de sensibilité en utilisant différentes propriétés d'essais pour le béton comme pour diverses zones de fondation rocheuse. Exceptionnellement, une armature en acier avait été placée dans le corps du barrage pour lutter contre le craquement du béton du barrage, en particulier pendant un tremblement de terre mais aussi pour apporter une stabilité supplémentaire à la partie supérieure du barrage. Il a donc été nécessaire de tenir compte de cet acier dans le modèle.

Ce processus complet de modélisation a permis de comprendre en détail le comportement du barrage et a mis en évidence certaines anomalies dans le barrage qui n'auraient pas pu être prévues avec autant de précision. Il a été démontré que le barrage satisfaisait aux normes internationales de sécurité pour tous les scénarios de charge, y compris des tremblements de terre d'importance.

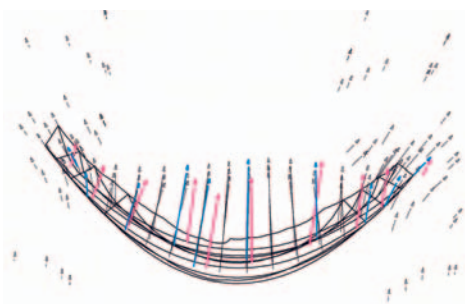
The Enguri project is one of a number of dams that have been back-analysed by STUCKY, so as to compare measured and calculated values. Such comparisons serve not only to show that the model is correctly representing the structure, but also to highlight any abnormal behaviour that may occur as a result of construction or operation conditions. The current safety of the dam can thereby be controlled using such tools.

One of the first issues to resolve with any arch dam is its external as well as internal thermal conditions, as temperature has a significant influence on the stress state of the dam. Thus, in the case of Enguri, a detailed study of likely temperature distributions existing throughout the dam body was undertaken as a prelude to the deformation and stress analysis. Good agreement was achieved by using simulation techniques for temperature variations at locations within the dam where actual temperature variations had been recorded.

The numerical model was based on the most up-to-date data of site topography as well as dam geometry. Particular care was taken to achieve suitable accuracy of the geometric shapes in order to be as close as possible of the real behaviour.

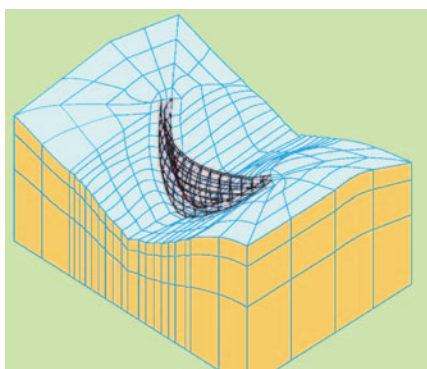
Having solved the thermal issues, it was then possible to predict displacements of the dam body at given times throughout the year, and to compare these with movements recorded by plumb-lines mounted in the dam as well as external deformation measurements made using accurate surveying techniques. Displacements within rock galleries were also compared. In order to achieve an accurate correlation between measured and computed results, it was necessary to make initial solutions using different trial properties for the concrete as well as the various rock foundation zones. Unusually, steel reinforcement was placed in the dam body, in this case to counter cracking of the dam concrete, mainly under earthquake loading but also to give some additional stability to the upper part of the dam. It was thus necessary to also take account of this steel in the model.

This complete modelling process has resulted in a detailed understanding of the dam behaviour, and has highlighted some anomalies in the dam which could otherwise not have been foreseen with such clarity. The dam has also been shown to comply with international safety standards for all loading scenarios, including large earthquakes.



Comparaison entre les déplacements calculés et mesurés pour une section horizontale du barrage.
Légende: rouge = mesuré, bleu = calculé au plus juste, noir = autres vecteurs de déplacement calculés
Comparison of Calculated and Survey Displacements for a Horizontal Dam Section.

Legend: red= measured, blue= nearest calculated, black= other calculated displacement vectors



Maillage d'éléments finis du barrage d'Enguri
Enguri Dam Finite Element Mesh

KABOUL

Afghanistan



Réhabilitation de la ligne 20 kV KABOUL – Bagrami

Le projet consistait en la réhabilitation complète de la ligne 15 kV Kaboul – Logar, du transformateur 20 MVA 110/15 kV de la station EST, du poste 15/6 kV de la station de pompage de Bagrami et de trois installations pour l'alimentation de 10 pompes de 37 kW.

Mandatée par le CICR pour procéder à une exécution du mandat clé en main de la ligne et des postes, dès juillet 2002 STUCKY a été chargée de mener à bien le projet d'exécution et la direction générale et locale des travaux.

L'électrification a permis de remplacer les groupes diesel, dont le carburant provenait du Pakistan, par une énergie d'origine hydraulique afghane.

La mission de STUCKY dans ce projet, agissant au nom et pour le compte du CICR, a été la suivante:

- engager environ soixante-dix ouvriers de l'AGE (Afghan General Electric) et les former aux techniques de réhabilitation des pylônes et des fondations. Cela a permis à l'AGE de bénéficier par la suite d'une équipe bien entraînée pour le montage et l'entretien des lignes
- former des équipes pour le montage des consoles sur les pylônes et le tirage des conducteurs de lignes
- définir les engins de levage et les véhicules pour le montage et le transport du matériel et du personnel, le chantier s'étendant sur 8 km
- dimensionner et commander tout le matériel nécessaire au montage de la ligne et des postes

A la fin de l'année 2002, les 164 pylônes étaient déjà tous rénovés. Les fondations, souvent inexistantes, ont été construites et environ 600 m³ de béton ont été coulés.

Le matériel d'équipement de la ligne est arrivé à Kaboul au début du mois de février 2003 et les cellules 15 kV, ainsi que les transformateurs de 250 et 1000 kVA par la suite.

Les travaux de montage de la ligne ont duré trois mois. A partir d'avril 2003, dans le poste de Bagrami, une cabine contenant le poste 15 kV a été installée. Ce dernier est composé de cinq cellules moyenne tension et d'une armoire destinée aux services internes. Cette installation a été effectuée sur la plate-forme de l'ancien poste, à côté de deux nouveaux transformateurs de 1000 kVA.

Pour ces travaux, les équipes de montage afghanes ont été encadrées par trois chefs-monteurs envoyés sur place par STUCKY, deux pour le montage de la ligne et un pour le poste de Bagrami.

Depuis juillet 2003, ce projet a contribué à assurer en grande partie l'alimentation en eau de la ville de Kaboul tout en permettant d'assurer un transfert de technologie local.

Rehabilitation of the KABOUL – Bagrami 20 kV line

The project included the total rehabilitation of the 15 kV Kaboul – Logar line, the 20 MVA 110/15 kV transformer of the East station, the 15/6 kV substation of the Bagrami pumping station and three schemes for the supply of 10 37 kW pumps.

The ICRC made STUCKY responsible for carrying out the whole contract for the line and the substations. In July 2002, STUCKY achieved the construction design as well as the general and local works management.

Thanks to electrification, diesel groups, of which fuel came from Pakistan, disappeared and were replaced by an Afghan hydraulic energy.

Within this project, STUCKY acted in the name and for the ICRC. The mission was the following one:

- hiring about seventy workers from the AGE (Afghan General Electric) and training them to know the techniques of rehabilitation of towers and foundations. Later, it allowed the AGE to benefit from a well-trained team for the setting-up and the maintenance of lines
- training teams for the fitting of brackets on the towers and the drawing of line conductors
- defining the lifting appliances and the vehicles to fit and transport equipments and staff, considering that the work site was located on 8 km
- dimensioning and ordering the equipment which was necessary to fit the line and the substations

At the end of the year 2002, all 164 towers were already refurbished. Foundations had been built. Most of the time, there were no foundations at all. About 600 m³ of concrete were used.

The equipment of the line arrived at Kaboul at the beginning of the month of February 2003 and the 15 kV cells as well as the 250 and 1000 kVA transformers later.

The fitting works of the line lasted three months. In April 2003, a cabin containing the 15 kV substation was settled down in the Bagrami substation. This station was composed of five medium tension cells and a cupboard for internal services. This installation was achieved on the platform of the old substation, near two new 1000 kVA transformers.

The Afghan fitting team was managed by three fitter managers sent by STUCKY, two of them for the fitting of the line and one for the Bagrami substation.

Since July 2003, this project has been helping a lot for the water supply of the city of Kaboul while allowing a local transfer of technology.



J.-J. Brun



N. Sabri

Etat du réseau 15 kV dans la région de Bagrami
State of the 15 kV network in the Bagrami area

Prochaine édition

Next issue

Courtesy EDS



Etude du transfert d'une centrale thermique désaffectée de Suisse en Indonésie
Study of the transfer of a disused power plant from Switzerland to Indonesia

Remplacement de la conduite forcée de la Peuffeyre (Suisse)
Replacement of the Peuffeyre penstock (Switzerland)



STUCKY Ltd
Rue du Lac 33
Case postale
CH - 1020 Renens VD1
SWITZERLAND

Tél. +41 (0) 21 637 15 13
Fax +41 (0) 21 637 15 08
www.stucky.ch
e-mail stucky@stucky.ch



STUCKY Consulting Engineers Ltd
Immeuble Alliance
26, rue Georges Besse
30000 Nîmes
FRANCE

Tél. +33 (0) 4 66 04 05 70
Fax +33 (0) 4 66 04 05 69
www.stucky.fr
e-mail stucky@stucky.fr



STUCKY Engineering Iran
N°5, 9th fl. Sarv office bldg
West Sarv, Saadatabad
Tehran 19818
IRAN

Phone + 98 21 207 57 70
Fax + 98 21 208 73 73



STUCKY Engineering Ltd
Gargaresh Street, km 2
Hay Alandalus
Tripoli
LIBYA

Phone + 218 21 478 11 42
Fax + 218 21 477 02 16